

1. Planungsgrundlagen für kältetechnische Anlagen

1.1 Aufgabe und Grundlage der Kältetechnik

2. Analyse der Kältenutzung

2.1 Erstellen der Anforderungsliste

2.2 Ermittlung des benötigten Kältebedarfes

2.2.1.1 Kältebedarf für die Abkühlung des Kühl- bzw. Gefriergutes

2.2.1.2 Kältebedarf beim Gefrieren des Kühlgutes

2.2.1.3 Kältebedarf durch Atmung des Kühlgutes

2.2.2 Kältebedarf für das Abkühlen und Trocknung der Erneuerungsluft

2.2.3 Kältebedarf für den Wärmeeinfall durch Wände, Decken und Fußboden

2.2.4 Kältebedarf für das Wärmeäquivalent durch Personen, Maschinen und Beleuchtung

2.2.5 Überschlägige Ermittlung der Kälteleistung

2.2.6 Kältebedarf der Kühlstellen im Küchen- und Ausgabebereich

2.2.7 Zuordnung der Einzelleistungen

3. Funktion einer Kälteanlage

3.1 Verdichter (Kompressor)

3.2 Verflüssiger (Kondensator)

3.2.1 Luftgekühlte Verflüssiger

3.2.1.1 Luftgekühlte Verflüssiger, axiale Bauweise

3.2.1.2 Luftgekühlte Verflüssiger, radiale Bauweise

3.2.2 Wassergekühlte Kondensatoren

3.3 Drosselventil (Expansionsventil)

3.4 Verdampfer

3.4.1 Verdampfer für Kühlräume

3.4.2 Verdampfer für Verarbeitungsräume

3.5 Abtauung von Verdampfern

3.5.1 Umluftabtauung

3.5.2 Elektrische Abtauung

3.5.3 Heißgasabtauung

4. Auswahl des Kältemittels

5. Auswahl des Kältetechnischen Systems

5.1 Dezentrale Systeme:

5.1.1 Luftgekühlte Einzelanlagen

5.1.2 „Stopfer“- Aggregate

5.2 Zentrale Systeme:

5.2.1 „Split“- Anlagen

5.2.2 Verbundanlagen

5.2.3 Zweikreisanlagen

5.3 Wärmerückgewinnung

6. Steuer- und Regelungstechnik in der Großküchen- Kälteanlage

- 6.1 Aufgaben der Regelungstechnik
 - 6.1.1 Raumtemperaturreglung
 - 6.1.2 Kältemaschinenregelung
 - 6.1.3 Abtauung
 - 6.1.4 Feuchteregelung
 - 6.1.5 Verflüssigerleistung
- 6.2 Datenprotokollierung und Datenkommunikation
- 6.3 Notrufeinrichtung
- 6.4 Ausführung von Schaltschränken
 - 6.4.1 Einzelschaltschrank
 - 6.4.2 Gemeinsamer Schaltschrank

7. Montagetechnik

- 7.1 Normen & Richtlinien
- 7.2 Rohrleitungsmontage
 - 7.2.1 Befestigung
 - 7.2.2 Isolierung
 - 7.2.3 Verbindungstechnik
- 7.3 Brandschutz
- 7.4 Maschinenraum
 - 7.4.1 Be- und Entlüftung von Maschinenräumen

8. Isolierung/ Kälteschutz

- 8.1 Aufgabe des Kälteschutzes
- 8.2 Kühlräume
- 8.3 Ausführung der Isoliertechnik
 - 8.3.1 Konventioneller Kühlraumbau
 - 8.3.1.1 Kühlraumboden
 - 8.3.1.2 Kühlraumwände
 - 8.3.1.3 Kühlraumdecken
 - 8.3.2 Kühlzellen-Technik
 - 8.3.2.1 Ausführung Kühlzellen
 - 8.3.2.2 Bautechnische Einbindung von Kühlzellen
 - 8.3.3 Kombinierte Ausführung
 - 8.3.3.1 Kühlzellenadapter
- 8.4 Kühlraumtüren

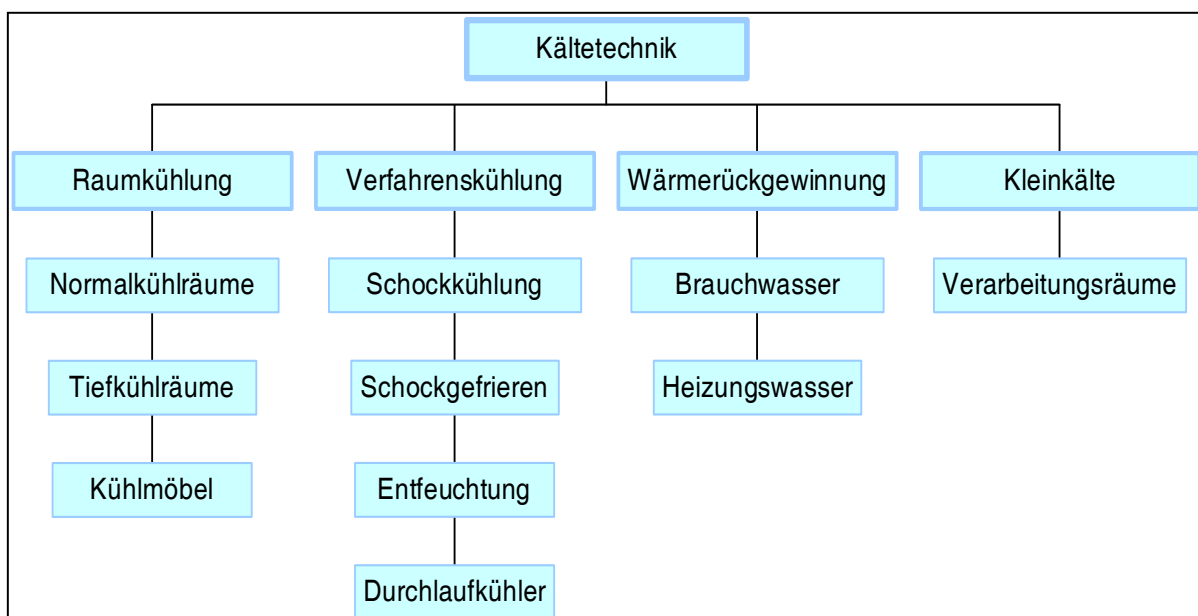
1. Planungsgrundlagen für kältetechnische Anlagen

Ein wesentlicher Bestandteil in der Planung von Großküchen ist die Planung der kältetechnischen Anlage sowie der zugehörigen Kühlräume. Hierzu werden im nachfolgenden Abschnitt die wichtigsten Grundlagen für die Planung und Erstellung einer Anlage dargestellt.

Grundlage für die kältetechnischen Planungsüberlegungen sind im wesentlichen anlagenspezifische Auslegedaten und Erfahrungswerte. In vielen haustechnischen Bereichen liegen diese in technischen Normen und Richtlinien als anerkannte Regeln der Technik vor. Leider wurde im Bereich der Großküchen- Kälteanlagen bislang keine diesbezügliche Zusammenstellung erstellt.

1.1 Aufgabe und Grundlage der Kältetechnik

Die Kältetechnik wird längst nicht mehr ausschließlich zur Kühlung von Lagerräumen genutzt. Vielmehr wird in modernen Kochverfahren die Produktqualität häufig durch das gezielte und kontrollierte Abkühlen der Ware bestimmt. Gleichzeitig ist festzustellen, dass der Zukauf von bereits vorbereiteten Produkten/ Speisen (Convenience) im Verhältnis zu unbearbeiteten Rohprodukten ständig zunimmt. Die Ansprüche an das Können und die Leistung der Kälteanlage sind zwischenzeitlich, auch aufgrund der veränderten Umweltgesetzgebung und der damit verbundenen neuen Kältemittel, so breit gefächert, dass ein komplexes (viel umfassendes) Angebot an kältetechnischen Komponenten und Systemen zur Lösung der kältetechnischen Aufgaben zur Verfügung steht.



Tab.1: Teilgebiete der Kältetechnik in der Großküche

Zur Planung der Kältetechnik müssen deshalb zunächst alle Ziele und Anforderungen des Küchennutzers systematisch erfasst und analysiert sein.

Nicht zuletzt sind auch bezüglich der Investitions- und Betriebskosten frühzeitig Kennzahlen zu erfassen, um preiswerte und vernünftige Anlagenkonzepte zu erarbeiten. Es ist üblich, Planungsentscheidungen primär nach ihrer „Wirtschaftlichkeit“ zu beurteilen. Unter der Wirtschaftlichkeit wird in der Regel eine Minimierung der Investitionskosten, gegebenenfalls der Betriebskosten und darauf aufbauend der Gesamtkosten verstanden.

2. Analyse der Kältenutzung

Für die gezielte Ermittlung von Anlagengröße sowie Art und Umfang der Kühlräume ist ein Anforderungsprofil zu erarbeiten. Eine definierte Methodik zur Planung einer Kälteanlage im Großküchenbereich existiert zur Zeit noch nicht. Es erscheint zunächst schwierig, die vielfältigen Anforderungen hinsichtlich der Kältetechnik und der damit verbundenen Schnittstellen zu anderen Gewerken, wie Elektro-, Abwasser- und Regeltechnik zu erfassen. Deswegen unterlaufen auch dem routinierten kältetechnischen Planer Fehler, die auf das Übersehen einer Anforderung zurückzuführen sind. Es muss deshalb versucht werden, die Analyse des kältetechnischen Bedarfs methodisch zu erarbeiten. Das in Diagramm 1 dargestellte Flussdiagramm, das im Bereich Maschinenbau bereits erfolgreich eingesetzt wird, kann hierfür als Anleitung dienen.

2.1 Erstellen der Anforderungsliste

Die Anforderungen werden durch Art und Größe der Küche bestimmt. Die präzise Erstellung der Anforderungsliste (vgl. Tab.3) ist von elementarer Wichtigkeit, denn die Anforderungsliste bildet die Basis für alle weiteren Planungsarbeiten. Sämtliche Kälteverbraucher / Kühlstellen sind in Größe und Art, sowie Nutzung zu erfassen. Idealerweise liegt als Grundlage zur Erstellung der Anforderungsliste bereits ein Grundriss der Küche sowie der dazugehörigen Ausgabebereiche vor. Zumindest sollte das Raum- und Einrichtungbuch bereits erstellt sein. Sofern schon eine numerische Positionierung der einzelnen Kälteverbraucher durchgeführt wurde, sollte diese natürlich vom kältetechnischen Planer übernommen werden.

Es hat sich in der Praxis bewährt, die Kälteverbraucher in zwei Gruppen zu unterteilen: Zum einen die Gruppe der Kühlräume, wobei hier sowohl Tiefkühl- und Normalkühlräume erfasst werden. Zum anderen alle weiteren Verbraucher, wie Kühlstellen im Ausgabebereich, Getränkemischer, Schockkühler oder ähnliches. Auch Kühlstellen, die mit integriertem Aggregat („Eigenkühlung“) ausgestattet sind, bspw. Eiswürfelerzeuger, sollten hier erfasst werden.

Eine Ermittlung der Anlagengröße auf Basis von spezifischen Kennzahlen ist für den kältetechnischen Planer nur aufgrund persönlicher Erfahrungswerte möglich und führt zwangsläufig zu ungenauen und fehlerhaften Ergebnissen.

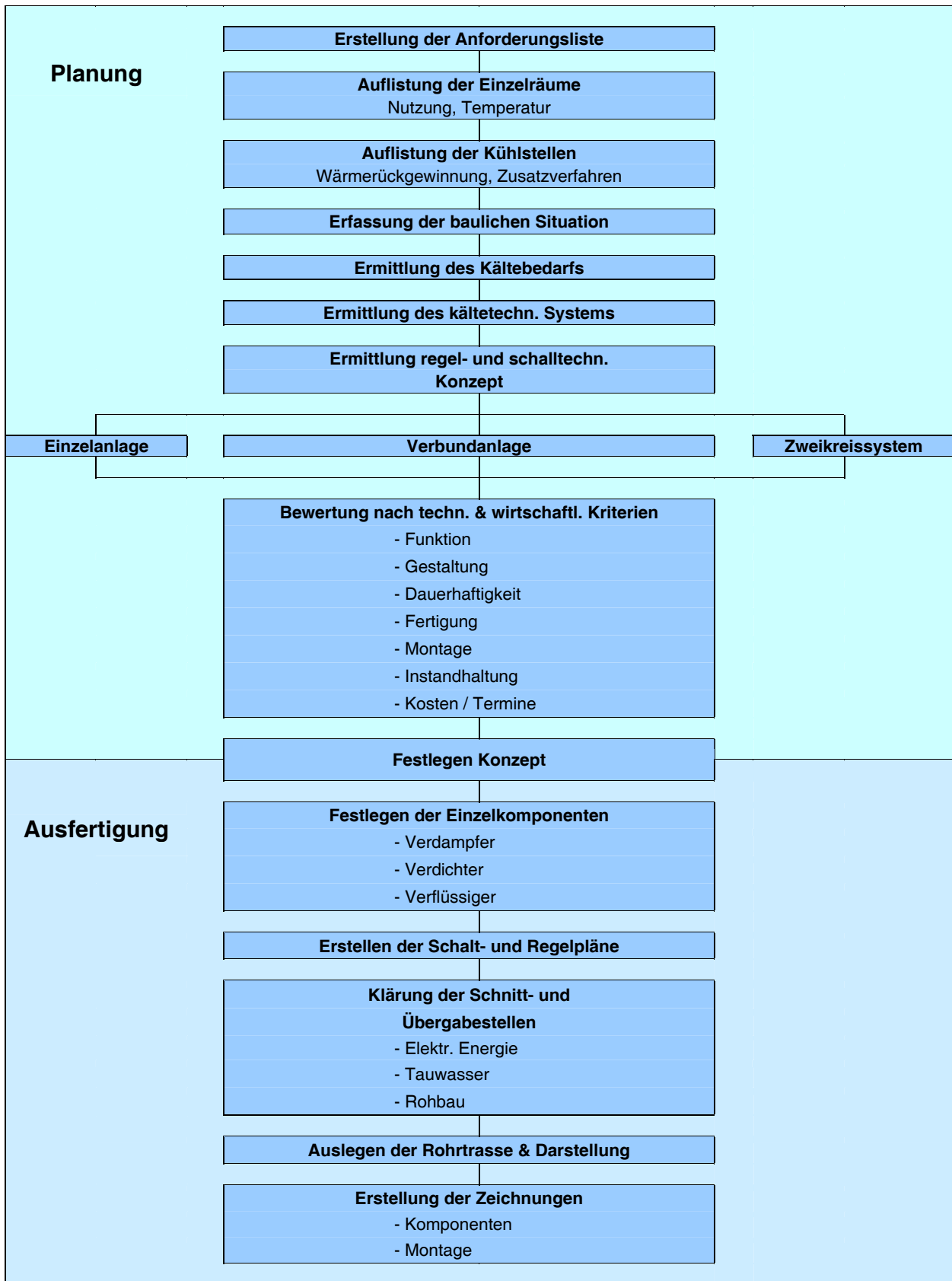


Diagramm 1: Methodik zur kältetechnischen Planung Großküchen

2.2 Ermittlung des benötigten Kältebedarfes

Anhand der Anforderungsliste aus 2.1 und Tabelle 2 ist die Kälteleistung in einem Kühl- bzw. Gefrierraum zu errechnen:

- 2.2.1 Kältebedarf für die Abkühlung des Kühl- bzw. Gefriergutes
- 2.2.2 Kältebedarf für das Abkühlen und Trocknung der Erneuerungsluft
- 2.2.3 Kältebedarf für den Wärmeeinfall durch Wände, Decken und Fußböden
- 2.2.4 Kältebedarf für das Wärmeäquivalent durch Personen, Maschinen und Beleuchtung

2.2.1.1 Kältebedarf für die Abkühlung des Kühl- bzw. Gefriergutes

Der Anteil des Kältebedarfes zur Abkühlen des Kühlgutes ist i.d.R. der größte. Wird zum Beispiel Gefriergut in einem Tiefkühlraum eingelagert, so kann der Kältebedarf zur Abkühlung vernachlässigt werden. Pflanzliche Kühlgüter, wie Obst und Gemüse atmen jedoch während der Lagerung und geben auch während der Lagerung Wärme ab.

Der zum Abkühlen des Kühlgutes erforderliche Kältebedarf berechnet sich zu:

$$QA = (m * c * dT) / t, \quad [kW]$$

wobei:

- m= Masse des Kühlgutes in kg
- c= spez. Wärmekapazität des Kühlgutes beim Abkühlen in kJ/kg * k
- dT= Temperaturdifferenz des Kühlgutes zwischen Einbringtemperatur und gewünschter Lagertemperatur
- t= Zeit die zur Abkühlung vorgesehen ist in s (i.d.R. 24 h = 86 400s)

	Lagertemp. in [°C]	spez. Wärmekapazität vor dem Gefrieren in [KJ/kg*K]	Kälteleistung [W/m³]
Fisch	0/+1	3,6	0,036 W/m³
Fleisch	0/+1	3,6	0,036 W/m³
MoPro	+2/+4	5,2	0,052 W/m³
Obst & Gemüse	+6/+8	5,1	0,052 W/m³
TK	-18/-22	4,4	0,044 W/m³
Getränke	+8/+10	4,2	0,042 W/m³

Tab.2: Kennzahlen zur überschlägigen Berechnung einer Kühlraum-Kälteleistung bei einer Raumgröße von 100m³

2.2.1.2 Kältebedarf beim Gefrieren des Kühlgutes

Ist die Gefriertemperatur des Kühlgutes erreicht, muss die jetzt auftretende latente Wärmeenergie des Gutes abgeführt werden, damit der Stoff vom normalen in den festen Zustand überführt werden kann.

Die zum Gefrieren des Kühlgutes erforderliche Energie berechnet sich zu:

$$QA = (m * q) / t \text{ [in kW]}$$

wobei:

m= Masse des Kühlgutes in kg

q= Erstarrungsenthalpie des Kühlgutes in kJ/kg

t= Zeit die zur Abkühlung vorgesehen ist in s (i.d.R. 24 h = 86 400s)

2.2.1.3 Kältebedarf durch Atmung des Kühlgutes

Frische Kühlgüter erzeugen infolge von Stoffwechselfvorgängen noch zusätzliche, teilweise beträchtliche Wärmeenergie.

Bei der Atmung von Obst und Gemüse wird Sauerstoff aus der Luft aufgenommen und es werden Kohlendioxid und Wasser ausgeschieden. Die Atmung bewirkt eine Umwandlung des Fruchtzuckers. Sie hängt stark von der Temperatur ab, aber auch vom Sauerstoffgehalt und von der Kohlendioxidkonzentration der Umgebungsluft. Der Luftwechsel in Kühlräumen mit Frischware, insbesondere Obst und Gemüse muss deshalb kontrolliert erfolgen.

Die durch Atmung des Kühlgutes erforderliche Energie berechnet sich zu:

$$QA = (m * qA) / t \text{ [in kW]}$$

wobei:

m= Masse des Kühlgutes in kg

qA= spez. Atmungswärme des Kühlgutes beim Abkühlen in kJ/kg

t= Zeit die zur Abkühlung vorgesehen ist in s (i.d.R. 24 h = 86 400s)

2.2.2 Kältebedarf für das Abkühlen und Trocknen der Erneuerungsluft

Jeder Kühlraum wird mehr oder weniger begangen. Dabei dringt durch das Öffnen der Tür warme Außenluft ein, die im Raum abgekühlt und entfeuchtet wird.

Der benötigte Kältebedarf hängt von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab. Für eine genaue Berechnung des Kältebedarfs ist die Enthalpiedifferenz zwischen Außen- und Raumluft sowie das exakte Luftvolumen zu ermitteln. Aufgrund mangelnder Angaben zur Begehung wird in der Praxis deshalb meist ein Verlustzuschlag von ca. 5 – 10 % berücksichtigt.

2.2.3 Kältebedarf für den Wärmeeinfall durch Wände, Decken und Fußböden

Der Wärmeeinfall hängt von der Isolierungsart und der Isolierstärke des Kühlraumes ab. Werkstoff und Umgebungstemperatur bestimmen die benötigte Kälteleistung. Vorgaben zur Erfassung und Berechnung gibt die DIN 4701.

Die durch Einstrahlung benötigte Kälteleistung berechnet sich zu:

$$Q = k \cdot A \cdot dT$$

Wobei:

K= Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/m^2 \cdot K$

A= Fläche in m^2

DT= Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außentemperatur in K,

2.2.4 Kältebedarf für das Wärmeäquivalent durch Personen, Maschinen und Beleuchtung

In Kühlräumen aufgestellte Maschinen (Sägen, Verpackungsmaschinen, Folienschweißmaschinen) sowie Personen in gekühlten Arbeitsräumen können einen erheblichen Energiebedarf aufweisen. Diese Energie, überwiegend in Form von elektrischer Energie zugeführt, muss in der Kälteleistungsberechnung berücksichtigt werden.

Für Personen ist mit einer Kälteleistung von

Langsam gehend: $Q = \text{ca. } 220 \text{ W/ Person}$

Mittlere Arbeit: $Q = \text{ca. } 300 \text{ W/ Person}$

Schwerstarbeit: $Q = \text{ca. } 600 \text{ W/ Person}$ zu kalkulieren

Das Wärmeäquivalent der Maschinen (Licht, Abtauheizung, Maschinen) berechnet sich zu:

$$Q = \sum P_e$$

Wobei

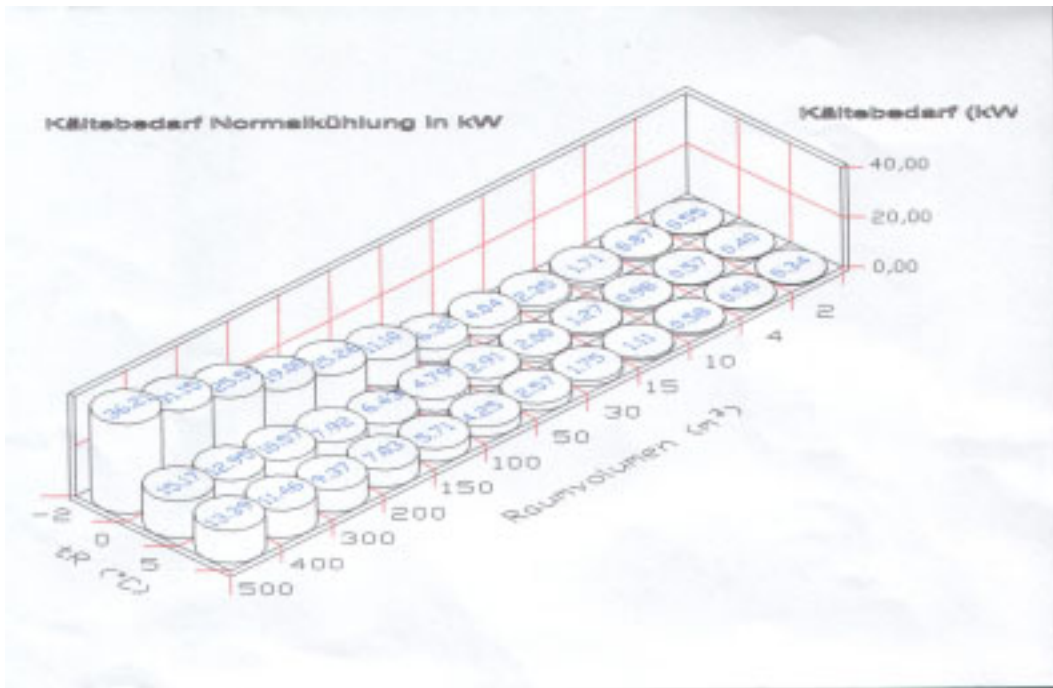
$P_e =$ Summe aller elektrischen Leistungen in kW

Je nach Kühlgut und Kühlraum sind die einzelnen Kälteleistungen aus 2.2. zu addieren. Die errechnete Kühlraumleistung kann in das Anforderungsprofil übernommen werden.

$$Q_{\text{Kühlraum}} = (Q_A + Q_B + Q_D) \cdot Q_C (1,07)$$

2.2.5 Überschlägige Ermittlung der Kälteleistung

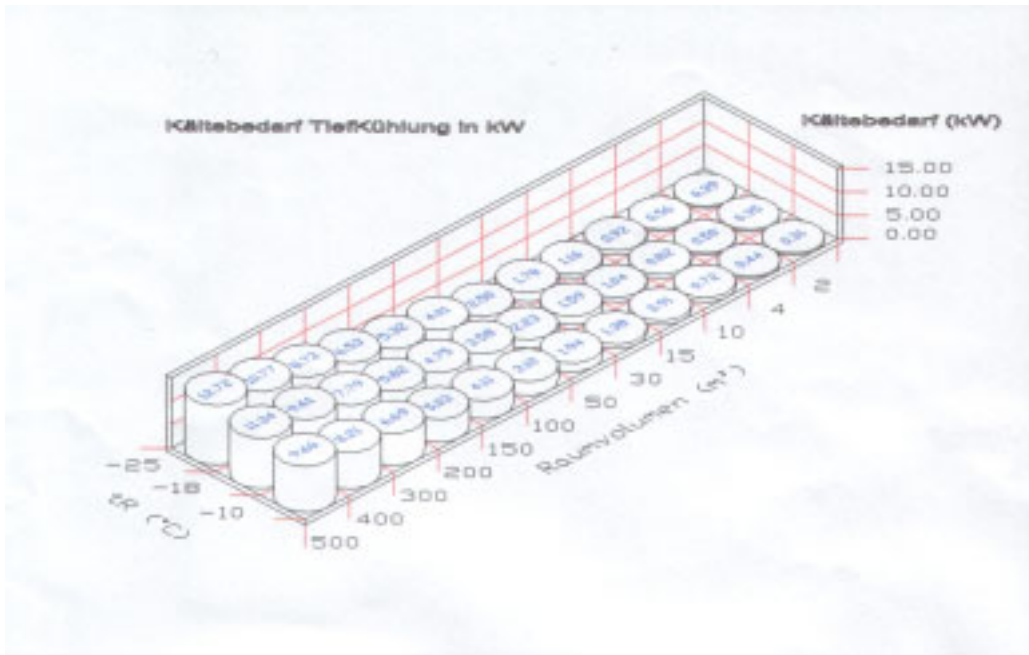
Zur überschlägigen Ermittlung der benötigten Kälteleistung (Konzeptarbeit) können die in Diagramm 2/1 und 2/2 zusammengestellten Kennzahlen für Vorplanungszwecke angesetzt werden. Für weitergehende Planungen ist die exakte Berechnung gem. 2.2 dringend zu empfehlen.



Basis für die Kühlraumberechnung:	
Umgebungstemperatur Zelle:	32°C
Isolierstärke:	70 mm
Wärmedurchgangszahl:	k=0,27 W/m²K
Laufzeit Verdichter:	16 h
Beschickung:	30 kg/m²d
Abkühlung:	15 K

Quelle: Güntner

Diagramm 2/1: Kältebedarf Normalkühlung in kW



Basis für die Kühlraumberechnung:	
Umgebungstemperatur Zelle:	32°C
Isolierstärke:	100mm
Wärmedurchgangszahl:	$k=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
Laufzeit Verdichter:	18 h
Beschickung:	30kg/m ² d
Abkühlung:	4 K

Quelle: Güntner

Diagramm 2/2: Kältebedarf Tiefkühlung in kW

2.2.6 Kältebedarf der Kühlstellen im Küchen- und Ausgabebereich

Unabhängig von der Leistungsberechnung für die einzelnen Kühlräume, ist die Kälteleistung der zugelieferten Kühlstellen zu ermitteln. Kühlschränke, Schnellkühler und Schnellfroster, sowie Getränkedurchlaufkühler gehören hierzu. Auch Salat- oder Getränkekühlwannen sowie Verkaufsvitrinen oder Wandkühlregale zählen zu diesen. Die genaue Kälteleistung kann bei diesen Geräten nur über den Hersteller erfragt werden. Idealerweise können Hersteller die zur Kälteleistung gehörende Verdampfungstemperatur angeben, dadurch wird die Zuordnung, vor allem bei verfahrenstechnischen Kühlstellen (z.B. Schock- oder Schnellkühler), erheblich vereinfacht.

Sind die Hersteller der Kühlmöbel zur Zeit der Leistungsermittlung noch nicht festgelegt, so können die empirischen Werte in Tabelle 10 zur Kalkulation herangezogen werden. Spätestens in der Ausführungsplanung sind diese Werte jedoch an die entsprechenden Herstellerangaben anzupassen.

Bezeichnung	Größe	Leistung	Verdampfungs- temperatur
Kühlschrank	50 l	280 W	-10°C
Kühlschrank	100 l	450 W	-10°C
Kühlschrank	200 l	680 W	-10°C
Getränkekühler	300 l	1020 W	-10°C
Salatausgabe	300 l	1200 W	-10°C
Tiefkühlschrank	50 l	350 W	-35°C
Tiefkühlschrank	100 l	520 W	-35°C
Tiefkühlschrank	200 l	760 W	-35°C

Tabelle 10: Kälteleistung von Kühlstellen und Kühlschränken zur Größenabschätzung von Kältesystemen

2.2.7 Zuordnung der Einzelleistungen

Grundsätzlich wird bei kältetechnischen Planungen im Großküchenbereich zwischen einer Abkühlung, die nicht bis zum Gefrierpunkt der Waren führt, der sogenannten „Normalkühlung“ oder dem „NK- Bereich“ und einer Abkühlung in den Gefrierbereich, der „Tiefkühlung“ bzw. dem „TK- Bereich“ unterschieden. Anwendungen werden demzufolge meist bis ca. 0°C zum NK- Bereich gezählt, Anwendungen unter – 18°C werden entsprechend dem TK- Bereich zugeordnet.

Kühlräume und Kühlstellen sind entsprechend dieser Unterteilung zuzuordnen. Ausgehend von Raum- bzw. Verdampfungstemperatur erfolgt die Einteilung in diese beiden Gruppen. Sonderfälle, die sich nicht eindeutig zuordnen lassen, werden als weitere Gruppe zusätzlich geführt.

Als Ergebnis dieser Zuordnung können die Einzelleistungen schließlich summiert werden. Die vorliegenden Leistungszusammenstellungen, wie in Tabelle 3 exemplarisch dargestellt, dienen nun als wesentlichster Ausgangspunkt zur Auswahl des kältetechnischen Systems.



Bild 13: Dessert-Ausgabekühlstelle mit 2800 W, eingebunden an eine Zweikreisanlage

Parallel zur technischen Zuordnung ist die räumliche Anordnung bzw. die Verteilung der einzelnen Kühlräume und Kühlstellen zu prüfen. Liegen die Kühlräume und Kühlstellen auf einer Geschossebene, so wird i.d.R. von einem gemeinsamen Maschineraum und einer gemeinsamen Trassenführung ausgegangen. Werden die Kühl- und Verarbeitungsräume sowie die zugehörigen Kühlstellen räumlich weit verteilt, sollten bereits in der Vorplanung auch die Aufstellung der Kältemaschinen und die einzelnen Kühlstellen entsprechend zugeordnet werden.

Kühlstelle	Erfassung				Berechnung	
	Pos. in Zeichnung	Ort	Größe LxBxH	Temp. [°C]	Leistung NK Q ₀ [W]	Leistung TK Q ₀ [W]
Fleischkühlraum	1.0	Küche EG	4 x 3 x 2,2	0°C	1660	1820
Vorkühlraum	2.0	Lager UG	2 x 4,1 x 2,3	+5°C	1520	
Tiefkühlraum	3.0	Lager UG	3 x 3 x 2,3	-21°C		
Salattheke	4.1	Ausgabe EG			400	450
Getränkedurchlaufkühler	4.2	UG			380	
Getränke	4.3	Ausgabe EG			470	
Hochkühlschrank Mopro	4.4	UG			360	
Eisvitrine	4.5	Ausgabe EG				
Gesamtleistung					4790	2270
Gleichzeitigkeitsfaktor					0,8	0,9
Anlagenleistung					3832	2043

Tab.3: Bsp. für tabellarische Erfassung der Einzelleistungen zur Ermittlung der Gesamt-Anlagenleistung

3. Funktion einer Kälteanlage

In Großküchen werden nahezu ausschließlich Verdichtungs- Kälteanlagen eingesetzt. Ausnahmen bilden die besonders laufigen Absorptionskälteanlagen in geräuschsensiblen Bereichen, hierzu gehören vor allem Getränkekühlschränke in Besprechungszonen. „Absorber“- Kühlschränke spielen in der Planung von Großküchen-Kälteanlagen jedoch eine untergeordnete Rolle, im folgenden wird deshalb auf die Funktion und die Hauptbauteile der Verdichtungs- Kälteanlage eingegangen.



Bild 1: Steckerfertiger Absorber-Kühlschrank, Elektrolux

Arbeitsweise der Verdichtungs- Kälteanlage

Die Verdichtungs- Kälteanlage besteht aus den vier Hauptbauteilen:

- 3.1 Verdichter (Kompressor)
- 3.2 Verflüssiger (Kondensator)
- 3.3 Drosselventil (Expansionsventil)
- 3.4 Verdampfer

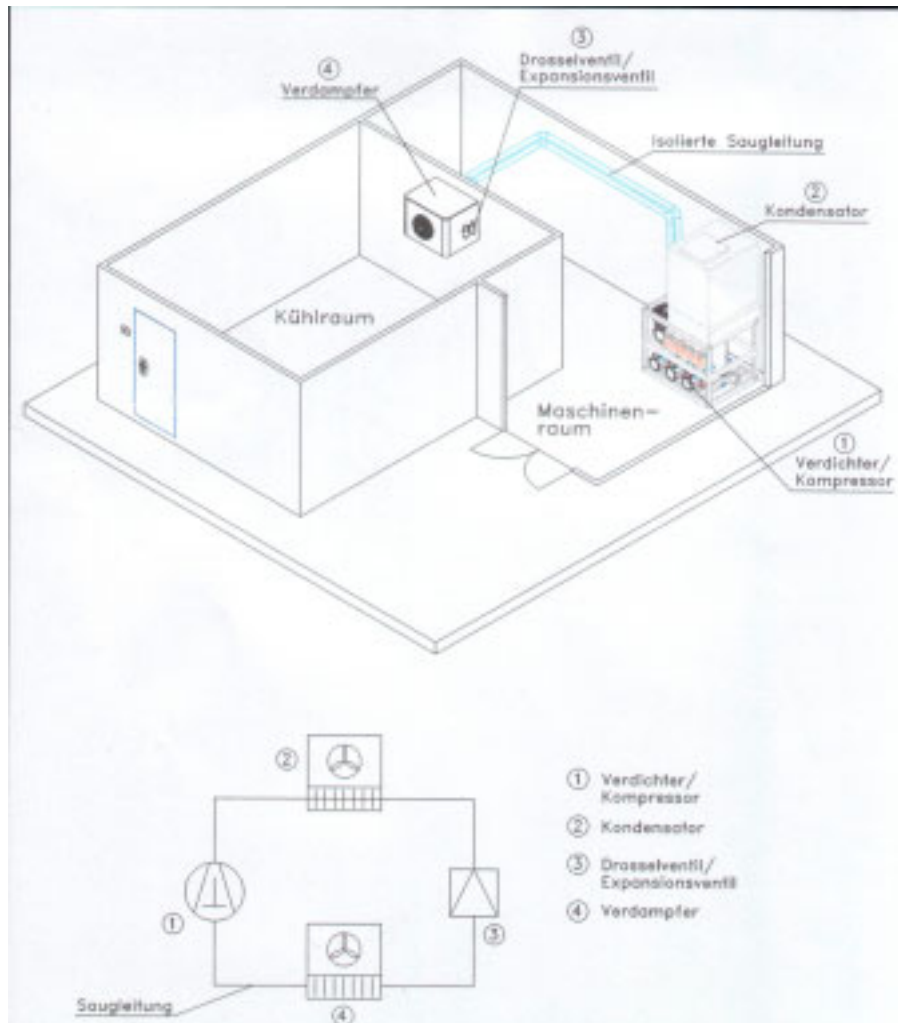


Bild 2: Schematische Darstellung des Kältekreislaufes

Die Bauteile sind durch entsprechende Rohrleitungen verbunden. Der geschlossene Kreislauf ist mit einem leicht siedenden Stoff, dem Kältemittel gefüllt.

Wird der Verdichter in Betrieb gesetzt, saugt er Kältemitteldampf aus dem Verdampfer ab. Die zum Verdampfen des Kältemittels erforderliche Wärme wird der Umgebung des Verdampfers entzogen und bewirkt ihre Abkühlung. Die dem Kältemittel im Verdampfer zugeführte Wärme wird am Verflüssiger wieder an die Umgebung abgegeben.

Nachfolgend ist die Funktion der einzelnen Bauteile beschrieben.

3.1 Verdichter

Für den gewerblichen Einsatz kommen heute meist halbhermetische Kompressoren (bspw. Bitzer, Goeldner) im Leistungsbereich von 1,5 bis 150 kW pro Verdichter oder vollhermetische Kompressoren (Bsp. Danfoss, l'unité hermétique) im Leistungsbereich von 0,3 kW bis 40 kW pro Verdichter zum Einsatz.

Hochwertiger und robuster sind die halbhermetischen Kompressoren, sie werden vor allem in Verbundanlagen sowie bei größeren Einzelleistungen oder für Tiefkühlräume eingesetzt. Vollhermetische Kompressoren werden meist für kleinere Einzelanlagen und einfache Kältekreisläufe genutzt. Vor allem steckerfertige Kühlstellen wie bspw. Kühlschränke, Eistruhen oder Getränkekühler werden mit vollhermetischen Aggregaten ausgerüstet. Sie sind einfacher gebaut und deshalb günstiger.

	Vollhermetik	Halbhermetik
Geräusch	gering	gering
Laufzeit / Langlebigkeit	0	++
Investition	-	+
Einsatzbereich	meist Normalkühlung	Normal- und Tiefkühlung

Tab.4: Gegenüberstellung voll- und halbhermetische Kompressoren

3.2 Verflüssiger

Verflüssiger werden sowohl in luftgekühlter, als auch in wassergekühlter Form eingesetzt. In der Gewerbekälte werden ca. 80 % aller Verflüssiger luftgekühlt ausgeführt.

3.2.1 Luftgekühlte Verflüssiger

Luftgekühlte Wärmetauscher werden je nach Größe in verschiedenen Bauformen angeboten. Grundsätzlich werden zunächst axial und radial gebaute Verflüssiger unterschieden. Die Unterscheidung hängt hier von der Bauform des Verflüssigerlüfters ab. Luftgekühlte Verflüssiger werden üblicherweise für eine Umgebungstemperatur von +32 °C ausgelegt. Je nach Aufstellungsort und Umgebung muss dieser Wert angepasst werden. In den letzten 2 Jahren wurde, aufgrund der zunehmend wärmeren Sommer, die Umgebungstemperatur häufig mit +35 °C angesetzt.



Bild 3: Beispiel: Axialkondensator

Schallemission von luftgekühlten Verflüssigern

Verflüssiger stellen durch Lärmabstrahlung zum Teil einen erheblichen Faktor der Umweltbelastung dar. Daher wird die Geräuschbelastung bei der Auswahl zum wichtigen Entscheidungskriterium.

Grundsätzlich gilt, je größer die Fläche des Wärmetauschers, desto kleiner die notwendige Luftmenge und desto geringer die Schallemission. Für Planungszwecke kann von einem üblichen Schalleistungspegel in Höhe von 60 bis 70 dB(A) ausgegangen werden.

Nutzung des Gebietes	Zulässige Beurteilungspegel 1)	
	6:00 bis 22:00 Uhr	22.00 bis 6.00 Uhr
Nur gewerbliche Anlagen	70 dB (A)	70 dB (A)
Vorwiegend gewerbliche Anlagen	65 dB (A)	50 dB (A)
Weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen	60 dB (A)	45 dB (A)
Vorwiegend Wohnungen	55 dB (A)	40 dB (A)
Ausschließlich Wohnungen	50 dB (A)	35 dB (A)
Kurgebiete etc.	45 dB (A)	35 dB (A)

1) Der Beurteilungspegel berücksichtigt die Einwirkungsdauer, die Tageszeit des Auftretens und besonders Geräuschmerkmale (Töne, Impulse) des A-bewerteten Schallpegels

nach VDI 2573, Schutz gegen Verkehrslärm 1974

Tab. 5: Zulässige Schallbeurteilungswerte nach DIN 18005 und VDI 2573

3.2.1.1 Luftgekühlte Verflüssiger, axiale Bauweise

Für kleine Leistungen und in Verbindung mit vollhermetischen Kompressoren werden häufig Axialverflüssiger eingesetzt, die horizontal durchströmt werden.

Größere Kälteleistungen werden meist mit sogenannten „Tischkondensatoren“ ausgeführt, diese führen die Luft vertikal durch das Wärmetauschregister, charakteristisch ist Ihre Bauform: Ähnlich einem Tisch, wird der Wärmetauscher von 4 Füßen getragen. Axiallüfter werden eingesetzt, wenn die zur Wärmeabfuhr notwendige Luft frei zur Verfügung steht. Der Axiallüfter saugt die Luft über das Wärmetauscherpaket, zusätzliche Leistung, zur gezielten Luftbewegung kann der Axialkondensator nicht erbringen.

3.2.1.2 Luftgekühlte Verflüssiger, radiale Bauweise

Eine weitere, in der Gewerbekälte eingesetzte luftgekühlte Verflüssigerbauart ist der Radialkondensator: Zum Einbau in ein Lüftungskanalsystem gedacht, wird der Verflüssiger an Zu- und Abluftöffnung mit Anschlussstutzen für Luftkanäle geliefert. Zur Überwindung von externen (Luft-) Widerständen (Filter, Schalldämpfer, Kanalwiderstände) und zur Bewegung der erforderlichen Luftmengen, ist im Verflüssiger ein Radiallüfter integriert.



Bild 4: Beispiel: Kondensator, radiale Bauweise, GVS

3.2.2 Wassergekühlte Kondensatoren

Wassergekühlte Kondensatoren spielen in der Gewerbekälte eine untergeordnete Rolle, sie sind bezüglich der Geräusch- und Umweltbelastung jedoch von Vorteil. Voraussetzung für den Einsatz von wassergekühlten Kondensatoren ist, dass ein Kühlwassernetz vorhanden ist.

Die zusätzliche Installation eines Kühlwassernetzes zur Versorgung der Gewerbekälte ist i.d.R zu teuer. Wird durch angrenzende Technik (Klimakälte, Industriekälte) die Möglichkeit angeboten, bietet sich die wassergekühlte Verflüssigung natürlich an. Wasserqualität und -temperatur müssen zur Auslegung der Wärmetauscher unbedingt bekannt sein. Üblicherweise werden im industriellen Bereich Kühlwassernetze mit einer Vorlauftemperatur von 30°C und einer Rücklauftemperatur von 35 °C installiert.

3.3 Drosselventil

Das Drosselventil oder auch Expansionsventil dient zur Entspannung des Kältemittels auf Verdampfungsdruck. Für planerische Überlegungen hat es an dieser Stelle eine untergeordnete Bedeutung.

3.4 Verdampfer

Hinsichtlich der Auswahl und Auslegung der Wärmetauscher (Verdampfer und Verflüssiger) ist darauf zu achten, dass die betreffenden Hersteller gemäß EUROVENT zertifiziert sind. Die Zertifizierung wird auf Basis der ENV 328 durchgeführt und sichert die Einhaltung der Herstellerangaben.

3.4.1 Verdampfer für Kühlräume

Zur Abkühlung des Kühlraumes sind je nach Raumnutzung unterschiedliche Verdampferbauarten einsetzbar. Meist wird das Prinzip der Umluftkühlung angewendet: Mittels eines Axiallüfters wird die Luft im zu kühlenden Raum über den Luftkühler gesaugt und im Raum verteilt.



Bild 18: Beispiel: für Installation eines Luftkühlers in einer Kühlhalle

Entscheidend für die Auslegung des Luftkühlers ist die gewünschte Raumtemperatur und die gewünschte Feuchtigkeit. Je höher die gewünschte Feuchtigkeit, desto größer muss der Wärmetauscher dimensioniert werden, umso geringer wird die notwendige Luftumwälzmenge. Im Extremfall wird der Wärmetauscher so groß, dass eine mechanische Luftumwälzung nicht mehr notwendig ist: man spricht dann von stiller Kühlung. Stille Kühler werden in der Küchenpraxis nur noch selten eingesetzt (bspw. Pflanzenkühlhäuser, Klimadecken in Büroräumen). Mit stillen Kühlern ist eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit realisierbar, die Investitionskosten zur Erstellung einer stillen Kühlung sind jedoch sehr hoch.

Wärmetauscher für aggressive Kühlgüter wie bspw. Fisch- oder Konfiskaträume werden aus hochwertigeren Werkstoffen (bspw. Edelstahlwärmetauscher) oder mit Beschichtungen (bspw. Epoxidharz) hergestellt, um Korrosion an den Wärmetauschern zu verhindern.

Umluftkühler werden für Decken- und Wandbefestigung angeboten. Preis und Leistung der Bauarten unterscheiden sich hier nicht wesentlich. Bei der Auswahl der Luftkühler ist besonders auf den Lammellenabstand im Wärmetauscherpaket zu achten. Im Tiefkühlbereich ist ein Abstand von mind. 7mm, im Normalkühlbereich von mind. 5mm empfehlenswert.

3.4.2 Verdampfer für Verarbeitungsräume

Aufgrund neuer Kochverfahren (bspw. Cook & Chill) sowie bedingt durch geänderte und verschärfte Hygieneanforderungen (HACCP) werden auch Verarbeitungsräume zunehmend gekühlt. Bei der Wahl der hierfür erforderlichen Luftkühler ist auf eine zugfreie Luftverteilung und geringe Schallemissionen zu achten. Idealerweise wird die Luft mittels Textilschläuchen, die an den Ventilatorstutzen des Verdampfers angeschlossen werden, verteilt. Günstiger, jedoch weniger komfortabel, ist die Luftkühlung mittels spezieller Deckenluftkühler für Verarbeitungsräume. Diese verfügen über einen großen Wärmetauscher, wodurch geringere Luftmengen zu bewegen sind.

3.5 Abtauung von Verdampfern

An der Wärmetauschoberfläche wird während des Kühlprozesses Luftfeuchtigkeit ausgeschieden. Liegt die Oberflächentemperatur unter dem Gefrierpunkt (i.d.R. bei Räumen unter 10°C Raumtemperatur) so bildet sich eine Reifschicht, die regelmäßig abgetaut werden muss. Hierzu sind mehrere Verfahren gebräuchlich:

3.5.1 Umluftabtauung

Liegt die Kühlraumtemperatur über 4°C, so wird die entstandene Reifschicht mit Hilfe der Raumluft abgetaut: Der Kühlbetrieb wird unterbrochen, während die Luftumwälzung fortgesetzt wird. Relativ warme Raumluft taut die Eiskristalle an der Oberfläche ab und nimmt sie zurück in den Raum. Die Luftfeuchtigkeit im Raum wird erhöht. Dieses Abtauverfahren ist günstig im Energieverbrauch und reduziert, durch die Rückführung eines Großteils der entzogenen Feuchte, die Austrocknung des Kühlgutes.

3.5.2 Elektrische Abtauung

In Räumen die zur Lagerung von Fleisch, Wurst oder Fisch dienen, sowie in Tiefkühlräumen, liegt die Raumtemperatur unter 4 °C. Die Abtauung des Wärmetauschers erfolgt mit Hilfe elektrischer Energie. Heizstäbe, welche im Wärmetauscherpaket angeordnet sind, erwärmen das Wärmetauscherpaket und bringen das Eis zum Schmelzen. Das Schmelzwasser sammelt sich in der Abtauwanne des Luftkühlers und wird abgeleitet. Moderne Abtauregelverfahren versuchen, einen Teil der ausgeschiedenen Luftfeuchtigkeit wieder in den Kühlraum zurückzuführen, um die Wahre Austrocknung zu reduzieren. Grundlage hierfür sind präzise, temperaturgesteuerte Regelabläufe.

3.5.3 Heißgasabtauung

Ein sehr wirtschaftliches Verfahren zur Abtauung des Verdampfers ist die Heißgasabtauung. Anstelle des „kalten“ Kältemittels wird warmer Kältemitteldampf durch den Wärmetauscher geleitet. Der angefrorene Reif wird schnell und effektiv abgetaut, dies wirkt sich auf Abtauzeit und damit auf die Warenqualität sehr positiv aus. Nachteilig sind wesentlich erhöhte Investitionskosten für Rohrmontage und Regelungstechnik.

4. Auswahl des Kältemittels

Aufgrund der Ozon- und Treibhausproblematik hat die Kältebranche schon entscheidende Änderungen umgesetzt und wird auch noch weitere Maßnahmen ergreifen müssen.

Dies gilt insbesondere für die Bereiche der Gewerbe- und Klimakälte mit ihrem weitreichenden Spektrum. Für kältetechnische Systeme in Großküchen wurden bis vor wenigen Jahren vorrangig die Kältemittel R12, R22 und R502 (Gruppe der HFCKW und HFKW) eingesetzt.

Mit Ausnahme von R22 ist die Verwendung dieser Stoffe in Industrieländern nicht mehr erlaubt. Für R22 gilt in Deutschland und in einigen skandinavischen Ländern ein vorgezogener Ausstieg. In der restlichen EU wurde im Januar 2001 mit dem (mehrstufigen) Ausstieg begonnen. (vgl. Tabelle 6, Einsatztemp., Wärmerückgewinnung/ Zeitplan/ Ersatzkältemittel)

Die wesentlichen, in der Gewerbekälte eingesetzten Ersatzkältemittel sind heute R134a, R404a und R407C (Gruppe der HFKW). Allerdings liegt in Dänemark seit März 2001 ein Gesetzentwurf zum HFKW Ausstieg vor.

Als Alternative bleiben dann die halonfreien, natürlichen Kältemittel, wie R717 (Ammoniak) und verschiedene Kohlenwasserstoffe wie R290 (Propan) und R1270 (Propylen) sowie R744 (Kohlendioxid).

Für den Einsatz von Ammoniak werden in den letzten Jahren zunehmend professionelle Systemlösungen eingesetzt.

Gruppe	Beispiele	Anwendungsbereich	Zulassung
FCKW	R12	Normalkühlung	Neuanlagen verboten Instandsetzung verboten
HFCKW	R22	Normalkühlung Tiefkühlung	Neuanlagen verboten; Instandsetzung ab 1.Jan.2005 verboten
HFKW	R134a R404a R407c	Normalkühlung Normal- u. Tiefkühlung Klimakühlung	derzeit in Deutschland kein Verbot, in Dänemark bereits verboten
halogenfreie Kühlmittel	Ammoniak Propan	Normal- u. Tief- und Klimakühlung	kein Verbot

Tab.6: Derzeit in der Bundesrepublik Deutschland zugelassene Kältemittel

5. Auswahl des kältetechnischen Systems

Zunächst muss zwischen dezentraler und zentraler Kälteerzeugung unterschieden werden. Während der überwiegende Teil der heute gebauten Küchenkälteanlagen mit einer zentralen Kälteerzeugung ausgestattet ist, werden kleinere Kühlstellen oder Anlagen mit einer geringen Anzahl von Kühlstellen bzw. Kühlräumen mit Einzelaggregaten, d.h. dezentral gekühlt.

Innerhalb der Gruppen „dezentral“ und „zentral“ wird unterschieden in:

5.1 Dezentrale Systeme:

5.1.1 Luftgekühlte Einzelaggregate

5.1.2 „Stopfer“- Aggregate

5.2 Zentrale Systeme:

5.2.1 Splitanlagen

5.2.2 Verbundanlagen

5.2.3 Zweikreisanlagen

5.1.1 Luftgekühlte Einzelanlagen

Steckerfertige Kühlmöbel wie Kühlschränke, Ausgabemöbel, Eiswürfelbereiter usw. sind meist mit luftgekühlten Einzelaggregaten ausgerüstet, die Kühlmöbel nach Lieferung bzw. Aufstellung sofort inbetriebnahmebereit. Anfallendes Tauwasser wird mittels elektrischer Heizung oder warmen Kältemitteldampf in die Umgebung verdampft.



Bild 5: Luftgekühltes Einzelaggregat mit halbhermetischen Kompressoren

5.1.2 „Stopfer“- Aggregate

Eine Sonderbauform der Einzelaggregate sind die sogenannten „Stopfer“- oder Kompaktaggregate. Der komplette Kältekreislauf, mit allen Komponenten sowie der dazugehörigen Regeltechnik wird in einem gemeinsamen Gehäuse montiert. Das Aggregat bzw. das Gehäuse wird in die Kühlraumwand eingesetzt (oder „gestopft“) und ist nach Strom- und Tauwasseranschluss sofort betriebsbereit.

Für den Einsatz der Geräte sprechen die flexible Nutzung und die günstigen Anschaffungskosten. Allerdings werden Aufstellungsraum bzw. Aufstellungsumgebung durch Wärmabgabe und die Laufgeräusche beeinträchtigt. Aufstellungsräume, in denen Einzelaggregate in Betrieb sind, müssen deshalb gezielt und kontrolliert belüftet werden.

5.2.1 „Split“- Anlagen

Meist werden Verdampfer und Kälteaggregat (Verdichter und Verflüssiger) getrennt („gesplittet“) montiert. Der Verdampfer wird in den Kühlraum, das Aggregat an einem anderen Ort wie bspw. dem Maschinen- oder Technikraum oder im Freien (Bild 5) aufgestellt. Der Aufwand zur Installation ist natürlich, bedingt durch die zusätzlichen Rohr- und Kabelinstallationen, entsprechend höher. Lärm- und Wärmebelastungen können somit in unproblematische Bereiche verschoben werden.

	Einzelanlage	Verbundanlage	Zweikreisanlage
Anlagengröße	1-2 Kühlstellen	ab 5 Kühlstellen	ab 5 Kühlstellen
Teillastverhalten	ohne	regelbar	regelbar
Erweiterungsmöglichkeit	keine	über Gleichzeitigkeitsfaktor gut möglich	über Gleichzeitigkeitsfaktor gut möglich
Kältemitelesatz	nur HFKW	HFKW	HFKW & Ammoniak, Propan, Butan
Kompressoreinsatz	meist vollhermetisch	meist halbhermetisch	meist halbhermetisch
Installationsaufwand	++	++	0
Wartungsaufwand	+	+	+
Zuverlässigkeit	+	++	++
Betriebserfahrung	+	+	+
Betriebskosten	hoch -	günstig +	günstig +
Investition	gering ++	höher +	hoch -

Tab.7: Gegenüberstellung Einzel- / Verbund- und Zweikreiskälteanlage

5.2.2 Verbundanlagen

Sind mehrere Kühlstellen bzw. Kühlräume des gleichen Temperaturniveaus (Normal- oder Tiefkälte) kältetechnisch zu versorgen, so bietet sich die Möglichkeit an, diese mit einer gemeinsamen Kälteanlage zu versorgen.

Die gesamte Kälteleistung wird dann i.d.R. auf 3-4 gleiche Verdichter aufgeteilt, die im Verbund bzw. parallel arbeiten. Je nach Leistungsbedarf werden die einzelnen Verdichter zu- und abgeschaltet. Die Verflüssigerwärme wird an einen gemeinsamen, häufig luftgekühlten, Verflüssiger abgegeben. Meist werden halbhermetische Verdichter eingesetzt, in kleinen Leistungsbereichen kommen auch Vollhermetiks zum Einsatz.

Besonders in weit verzweigten Systemen wird der Vorteil einer Verbundanlage deutlich: Die Kältemittelleitungen werden, ähnlich einer Heizungsverrohrung, als Ringleitung durch das Gebäude geführt. Somit müssen nicht für jede Einzelkühlstelle getrennte Rohrleitungen montiert werden und der Montageaufwand wird geringer. Durch die zentrale Aufstellung der Kälteanlage sind Wartungs- und Servicearbeiten einfacher durchzuführen. Unabhängig davon, wird der Wirkungsgrad der Kälteanlage durch die mehrstufige, leistungsangepasste Betriebsweise verbessert.



Bild 6: Verbundanlage EVZ

5.2.3 Zweikreissysteme

Aufgrund zunehmender Forderungen nach umweltfreundlichen Kälteanlagen konnte sich das Zweikreissystem in vielen Anwendungsfällen durchsetzen. Das Zweikreissystem eignet sich, vergleichbar mit Verbundanlagen, für größere, verzweigte Kälteanlagen. Anstelle des Kältemittels wird hier ein Kälte Träger zu den einzelnen Kühlräumen oder Kühlstellen gepumpt. Der Kälte Träger wird im Maschinenraum mit Hilfe einer Kälteanlage abgekühlt und kann somit die Wärme an den einzelnen Kühlstellen aufnehmen bzw. die Kühlräume abkühlen.



Bild 7: NH₃/Sole Verbund-Zweikreisanlage

Als Kälte Träger werden meist Solen auf Basis anorganischer Salze oder Glykolsolen eingesetzt. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von „Flo-Ice“ - ein Wasser-Eiskristallgemisch. „Flo-Ice“ ist bezüglich der Wärmeaufnahme gegenüber normalen Solen effektiver: Durch den Eisanteil kann ein Großteil der Wärme in den latenten Bereich aufgenommen werden, dadurch wird der Volumenstrom und die Pumpenleistung deutlich kleiner.

Für die Kühlung bzw. Eiskristallbildung werden Kompressionskälteanlagen eingesetzt. Durch die sehr kleinen Kältekreisläufe wird der Kältemittelinhalt stark reduziert. Außerdem befindet sich das Kältemittel in einem kleinen übersichtlichen Kreislauf. Der Einsatz von Ammoniak oder Propan und Propylen ist problemlos möglich. Die Füllmengen sind sehr gering und die Umgebung der Anlage kann sicher überwacht werden.

Auch derzeit übliche Kältemittel wie R404A werden in Zweikreissystemen eingesetzt. Dies hat den Vorteil, dass bei einem eventuellen Kältemittelverbot lediglich der Kälteerzeuger ausgetauscht werden muss. Die Kälteverteilung, also Rohre, Wärmetauscher usw. werden davon nicht betroffen. Die Kosten für den Austausch eines Gesamtsystems sind wesentlich teurer.

		Einzelaggregate-Technik (NK)		Verbundanlagen-Technik (NK)		Zweikreisanlagen-Technik (NK)	
		einfach	hochwertig	einfach	hochwertig	einfach	hochwertig
Kälte- verbraucher	Quadratmeter	€ 1.160,00	€ 1.310,00	€ 1.160,00	€ 1.310,00	€ 1.160,00	€ 1.310,00
	Kühlzelle						
	Kühlstelle bis zu 1.000 Watt	€ 383,00	€ 410,00	€ 739,00	€ 960,00	€ 894,00	€ 1.273,00
Kälte- erzeuger	Kälteleistung 1,00 bis 3,00 KW	€ 4.280,00	€ 6.570,00	€ 6.290,00	€ 7.730,00	€ 12.780,00	€ 13.500,00
	Kälteleistung 3,00 bis 6,00 KW	€ 5.440,00	€ 5.750,00	€ 7.900,00	€ 8.380,00	€ 13.800,00	€ 17.800,00
	Kälteleistung 6,00 bis 10,00 KW	€ 6.300,00	€ 9.100,00	€ 8.700,00	€ 9.800,00	€ 14.500,00	€ 19.200,00
	Kälteleistung 10,00 bis 20,00 KW	€ 8.500,00	€ 10.800,00	€ 9.800,00	€ 11.500,00	€ 16.200,00	€ 21.800,00

Tab.8: Grundlage zur Kostenschätzung einer Kälteanlage

5.3 Wärmerückgewinnung

Anstatt die am Verflüssiger abzugebende Wärme (unter Energieaufwand) an die Umgebung abzuführen, bietet sich die Möglichkeit, diese Wärmemenge zur Wassererwärmung zu nutzen. Die nutzbare Wärmemenge wird hierbei durch die angestrebte Wasservorlauftemperatur bestimmt.

In Großküchen liegt die benötigte Brauchwassertemperatur bei ca. 50 – 60 °C. Die Wasservorerwärmung für einen Heizungskreislauf oder für die Brauchwassererhitzung kann bereits bei 30 – 40°C erfolgen. Grundsätzlich gilt, je höher die gewünschte Temperatur, desto geringer die Wärmerückgewinnungs- Leistung.

Soll eine Temperatur von ca. 60 °C erreicht werden, so können ca. 10 – 15 % der installierten Kälteleistung zur Wärmerückgewinnung genutzt werden. Soll dagegen eine Temperatur von ca. 40°C erreicht werden, so können nahezu 100% genutzt werden.

Für die Nutzung der Wärmerückgewinnung (WRG) zur Trinkwassererwärmung muss mittels eines Zwischenmediums (zusätzlicher Wärmeträger-Kreislauf zwischen Kälte- und Trinkwasserkreislauf) sichergestellt sein, dass das Trinkwasser nicht durch Kältemittel, Schmieröle oder andere Stoffe verunreinigt wird.

Die Installation einer WRG muss angesichts der einerseits niedrigen Kosten für elektrische Energie und andererseits zunehmenden Kosten für Brennstoffe kritisch geprüft werden. Für eine umfassende Bewertung müssen auch WRG -Förderprogramme örtlich erfragt und berücksichtigt werden. Die spezifischen Kosten zur Erstellung einer WRG sind natürlich vom Umfang und der Art der Nutzung abhängig. Als grober Richtwert kann für einen einfachen Brauchwassererwärmer mit 1000l Inhalt mit ca. DM 500/ kW Warmwasserleistung kalkuliert werden.

6. Steuer- und Regelungstechnik in der Großküchen- Kälteanlage

Die Ansprüche an die Regel- und Steuertechnik nehmen auch in der Kältetechnik ständig zu. Mechanische Raumtemperaturregelungen über Thermostate wurden weitestgehend durch elektronische Regelsysteme abgelöst. Vom einfachen aber äußerst leistungsfähigen Kompaktregler für Einzelkühlstellen und Kühlräume bis zu komplexen SPS-Systemen (Speicherprogrammierbare Steuerung) zur Steuerung großer Verbundanlagen werden eine Vielzahl von Lösungen angeboten. Mit Hilfe von Baukastensystemen ist es möglich die gewünschten Einzelfunktionen mit einem in sich kompatiblen Reglersystem abzudecken.

6.1 Aufgaben der Regelungstechnik

Im wesentlichen sind hier die Regelung der Raumtemperatur und die Regelung der Kältemaschine zu nennen. Untergeordnete Punkte sind die Konstanthaltung der Maschinenraumtemperatur oder die Regelung von Wärmerückgewinnungsprozessen. Abgesehen von wenigen stufenlosen Regelungsverfahren, werden in der Kältetechnik meist 2- und 3-Punktregler oder einfache Zeit-Steuerungen eingesetzt. Nachfolgend sind die wichtigsten Funktionen zusammengestellt.

6.1.1 Raumtemperaturregelung

Für die Auswahl der Regelungstechnik sind die Ansprüche des zu kühlenden Gutes vorab zu klären. Frische, offene Produkte, wie bspw. Wurstwaren oder Fleisch erfordern eine höherwertige Regelung. Die Raumtemperatur ist zur Erhaltung der Lebensmittelqualität präzise zu regeln. Geschlossene Produkte, wie bspw. Getränke können mit einfachen Regelungen ausgestattet werden.

I.d.R. werden zur Raumtemperaturregelung Zweipunktregler eingesetzt: Steigt die Temperatur im Raum, schaltet die Kühlung zu, bei erreichter Sollwert-Temperatur wird die Kühlung wieder abgeschaltet. In kleinen und einfachen Anlagen wird die Kältemaschine bei Kältebedarf parallel zugeschaltet. In Verbund- und aufwendigeren Einzelanlagen wird die Regelung der Raumtemperatur über ein Magnetventil in der Flüssigkeitsleitung, unabhängig von der Kältemaschine, durchgeführt.

Komfortable Regelungen berücksichtigen über einen Türkontaktschalter den Zustand der Kühlraumtüre. Ist die Türe geöffnet, so wird zur Verhinderung von Kaltluftaustritt die Kühlung unterbrochen.



Bild 8: Bediendisplay einer programmierbaren Steuerung SIEMENS C7

6.1.2 Kältemaschinenregelung

Die Leistungsregelung von mehrstufigen Kältemaschinen oder Verbundanlagen erfolgt über Dreipunktregler: In Abhängigkeit von der in den Kühlräumen abgenommenen Kälteleistung werden einzelne Kompressoren (oder Teillaststufen) zu- oder abgeschaltet. Hochwertige Regelungen werden zunehmend mit stufenlosen Systemen ausgestattet: Mit Hilfe von Frequenzumformern und entsprechenden elektronischen Reglern kann die Leistung von Kompressoren exakt an die benötigte Kälteleistung angepasst werden. Besonders im Hinblick auf die Regelpräzision und die Betriebskosten (Energie- und Instandhaltung) sind diese Regelungen zu bevorzugen. Die Investitionskosten liegen jedoch wesentlich höher.

6.1.3 Abtauung

Wärmetauscher müssen in regelmäßigen Abständen abgetaut werden. Eine einfache Methode zur Steuerung ist die Abtauung mittels Abtauuhr in starr festgelegten Perioden. Diese Steuerung ist funktionssicher und günstig, kann jedoch auf äußere Einflüsse, wie Beschickung oder Begehung der Kühlräume nicht reagieren. Von Vorteil sind deshalb bedarfsorientierte Abtauungen: In Abhängigkeit der tatsächlichen Oberflächenbereifung wird die Abtauung auf das notwendige Minimum reduziert. In modernen Kompaktreglern, sowie in SPS-geregelten Kälteanlagen gehört die bedarfsorientierte Abtauung zum Standard.

6.1.4 Feuchteregelung

Eine konstante Raumfeuchtigkeit zu regeln, ist mit den Mitteln einer Kälteanlage nur bedingt möglich. Physikalisch bedingt wird der Kühlraum beim Abkühlen zwar entfeuchtet, eine Befeuchtung mittels Kälteanlage ist aber unmöglich. Für die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit ist die Zuführung von Wasser mittels Luftbefeuchter oder Wasserspeichermedien (bspw. feuchte Tücher, Gefäße) erforderlich. Die Regelung kann mit Hilfe von Dreipunktreglern ausgeführt werden.

6.1.5 Verflüssigerleistung

In einfachen Systemen wird der Motor des Verflüssigerlüfters mit Hilfe eines Zweipunktreglers zu- und abgeschaltet. In größeren Anlagen ist die Leistung des Verflüssigers mehrstufig zu regeln (Dreipunktregler). Höherwertige Regelungen werden stufenlos ausgeführt. In Abhängigkeit der anliegenden Verflüssigerleistung wird die Drehzahl des Verflüssigermotors geregelt. Vor allem in lärmempfindlichen Bereichen empfiehlt sich der Einsatz einer stufenlosen Verflüssigerregelung, da der Geräuschpegel in leistungsschwachen Perioden (meist nachts) wesentlich absinkt.

6.2 Datenprotokollierung und Datenkommunikation

Nach HACCP sind Raumtemperaturen in Kühlräumen in regelmäßigen Abständen zu erfassen und zu dokumentieren. Unabhängig davon ist die Protokollierung von Betriebsdaten und Anlagenzuständen auch zur Rückverfolgung von Störfällen, zur Kontrolle der Anlagenfunktionen oder zur präventiven (vorausschauenden) Anlagenanalyse geeignet.

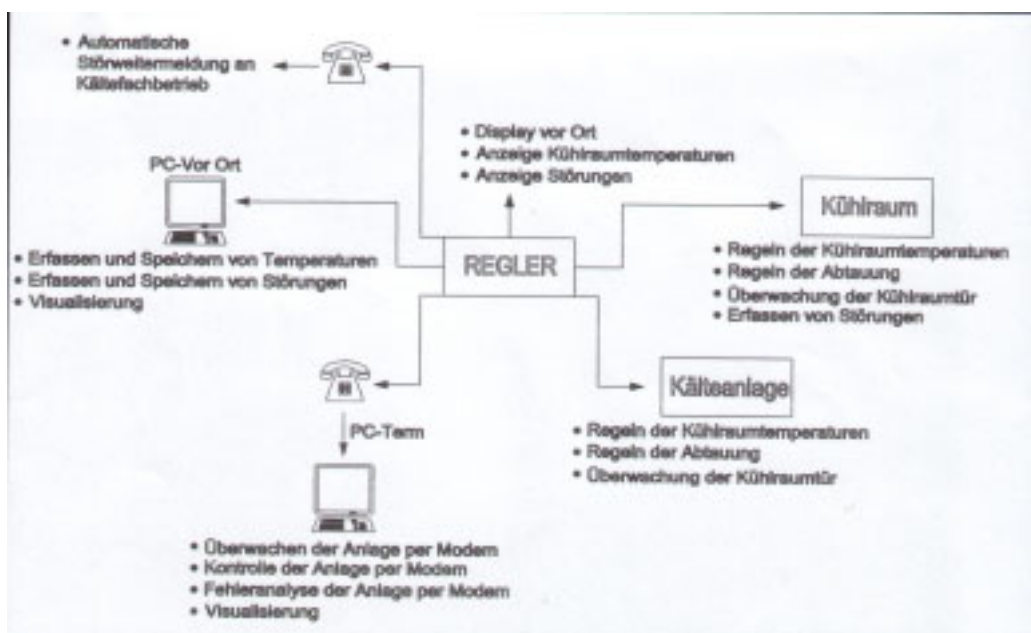


Diagramm 3: Darstellung der Kommunikationsmöglichkeiten moderner Regelanlagen

Durch den verstärkten Einsatz von übergeordneten Gebäudeleitsystemen bzw. Küchenkontrollsystemen ist die Kommunikationsfähigkeit der Regel- und Steuertechnik mit anderen Systemen (sowie zwischen den einzelnen Reglern selbst) ein wesentlicher Gesichtspunkt für die Auswahl der Regeltechnik geworden. Auch im Hinblick auf eine Anlagenfernüberwachung ist der Einsatz von kommunikationsfähigen Reglern zu erwägen. Hochwertige Systeme sowie SPS- Anlagen, kommunizieren auf BUS-Basis. Werden unterschiedliche Systeme verbunden, so ist dringend auf deren Schnittstellen sowie das verwendete BUS-Protokoll zu achten, spätere Anpassungsarbeiten sind sehr aufwendig und teuer.

Häufig wird die Kommunikationstechnik schon heute für „Küchencheftableaus“ genutzt. Die bereits am Regler erfassten Raumtemperaturen werden via BUS an ein Anzeigegerät zum Küchenleiter transferiert.

6.3 Notrufeinrichtung

Nach VGB müssen große Tiefkühlräume mit einer Notrufeinrichtung ausgestattet sein. Um zu verhindern, dass Personen im Tiefkühlraum eingeschlossen werden, ist der Raum mit einem Nottaster auszurüsten. Bei Betätigung des Schalters muss an einer ständig besetzten Meldezentrale ein Alarm ausgelöst werden.

6.4 Ausführung von Schaltschränken

6.4.1 Einzelschaltschrank

Die einfachste Möglichkeit zur Regelung eines Einzelaggregates, bspw. einer Splitanlage, ist der Einsatz eines Kompaktschaltsschranks. Ausgerüstet mit einem Hauptschalter, einem elektrischen Schalt-Schütz für den Kompressor, einer entsprechenden elektrischen Absicherung sowie einem einfachen elektronischen Raumtemperaturregler, ist er mit den notwendigsten Bauteilen bestückt. Die Abmessungen sind klein (ca. 300 x 300 mm), die Investitionskosten gering. Entsprechend der Ausrüstung sind die regelungstechnischen Möglichkeiten natürlich auf die Raumtemperaturregelung begrenzt. Sollen mehrere Einzelaggregate mit jeweils einem Kompaktschrank installiert werden, so muss darauf geachtet werden, dass ausreichend Zuleitungen vorhanden sind und eine geordnete Anordnung der Kompaktschränke erfolgt, um eine eindeutige Zuordnung zu erhalten.



Bild 10: Schaltschrank für Einzelanlage, Werkbild Fischer

6.4.2 Gemeinsamer Schaltschrank

Aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Kosten, empfiehlt es sich bei Anlagen, die aus mehr als 3 Kühlräumen bestehen, einen gemeinsamen Schaltschrank zu installieren. Die Ausstattung dieser Schränke ist variabler und wird individuell auf die Kälteanlage abgestimmt. Gewünschte Einzelfunktionen werden modular zusammengestellt.

Zur besseren Übersicht können die Schaltschranktüren mit Betriebs- und Störlampen ausgestattet werden. Einzelne Zustände der Kälteanlage sind somit schnell zu erkennen. Hochwertige SPS-Steuerungen bieten, als Ersatz oder zur Unterstützung der Meldelampen, Klartextanzeigen. Dadurch können Anlagenzustände und Zahlenwerte (bspw. Temperaturen) angezeigt werden. Besonders komfortabel sind Anlagenvisualisierungen: Mittels Monitor können alle Anlagenzustände und Istwerte übersichtlich dargestellt werden.



Bild 9: Schaltschrank einer Verbundanlage

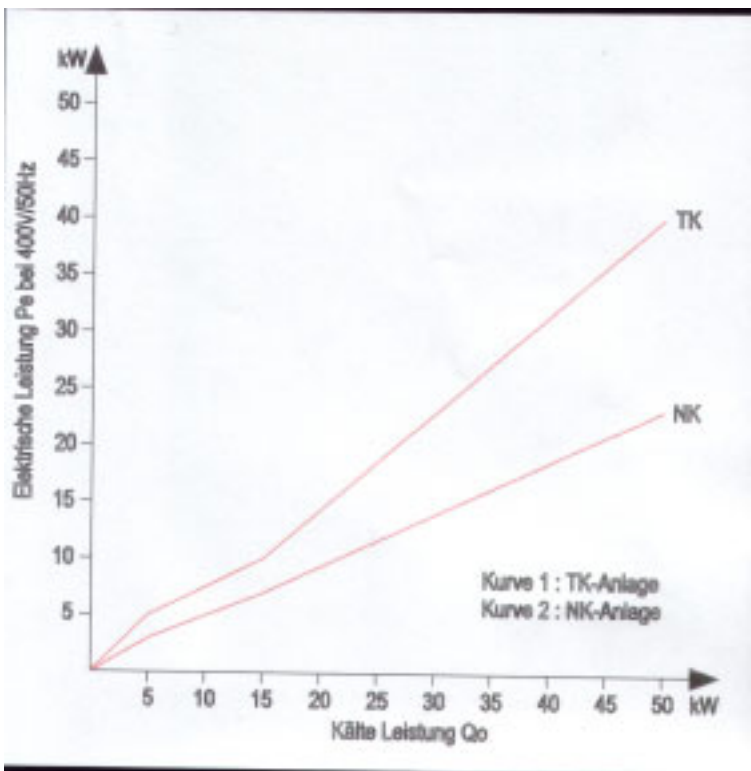


Diagramm 9: Kennzahlen zur Ermittlung der elektrischen Anschlussleistung des Schaltschranks in Abhängigkeit der zu installierenden Kälteleistung

7. Montagetechnik

Für die Montage von kältetechnischen Anlagen gelten eine Vielzahl von technischen Normen und Richtlinien. Bedeutend für die Planung ist vor allem die Ausführung der Rohrleitungs- und Kabeltrassenmontage sowie die Gestaltung des Maschinen- oder Technikraumes.

7.1 Normen & Richtlinien

Für die Aufstellung und den Betrieb dieser Kälteanlagen sind folgende Vorschriften bzw. Richtlinien zu beachten:

- DIN 2405, Bezeichnung von Rohrleitungen in Kälteanlagen
- DIN EN 378, Teil 1 – 4 Kälteanlagen: Grundlagen, Herstellung, Konstruktion, Betrieb und Instandhaltung,
- DIN EN 441, Teil 2 und 11 Verkaufskühlmöbel: Anforderungen, Wartung, Instandhaltung
- DIN 8960 Kältemittel
- VBG 20 Unfallverhütungsvorschrift für Kälteanlagen der Berufsgenossenschaften
- DruckbehV Druckbehälterverordnung
- Richtlinie 97/23/EG Druckgeräte-Richtlinie

7.2 Rohrleitungsmontage

Bei der Montage von kältetechnischen Anlagen für Großküchen werden unter Verwendung von serienmäßig gefertigten Komponenten die Kältemittelleitungen durchweg in nahtlosem Kupferrohr verlegt und verlötet.

Der Platzbedarf zur Führung der Kälte- und Elektrotrasse ist frühzeitig festzulegen und mit den anderen haustechnischen Gewerken abzustimmen. Um sicherzustellen, dass bereits während der Planungsphase die Bedürfnisse der Gewerbekälte berücksichtigt sind, ist die Erstellung von Vorplänen empfehlenswert.

7.2.1 Befestigung

Rohrleitungen, die an Wänden, unter Decken oder frei durch einen Raum zu führen sind, müssen durch Rohrschellen gefasst werden. Die Schellen müssen fest anliegen, da locker eingelegte Rohrstränge vibrieren können, Geräusche verursachen und es bei stetiger Vibration zu Schäden kommt. Die Ausführung der Schellen muss rostgeschützt sein, für kaltgehende Leitungen sind isolierende PU-Einlagen (Polyurethan-) einzusetzen, um das Eigengewicht der Rohrleitung ohne Deformation aufzunehmen. Es empfiehlt sich für die Montage auf ein Befestigungssystem zurückzugreifen. HILTI, Müpro oder Fischer können bspw. eingesetzt werden.



Bild 12: Beispiel einer Installationstrasse mit isolierten Saugleitungen und Flüssigkeitsleitung; parallel geführte Elektrotrasse

7.2.2 Isolierung

Die Isolierung der Rohre ist in Abhängigkeit der Rohrintemperatur und der Umgebungstemperatur sowie der Umgebungsfuchte zu berechnen. Es ist darauf zu achten, dass der Taupunkt innerhalb der Isolierung liegt. Zu Kalkulations- oder Planungszwecken muss für Saugleitungen bis zu einer Innentemperatur von -10°C von mindestens 13mm Wandstärke, für Temperaturen bis -30°C von mindestens 19mm Wandstärke ausgegangen werden. Die genannten Wandstärken basieren auf Einsatz von geschlossenzelligem, diffusionsdichtem Schaumstoff des Herstellers Armaflex.

Die Montage und Isolierung muss möglichst kältebrückenfrei sein. Planungs- oder Montagefehler werden oft erst nach mehreren Jahren sichtbar und sind dann nicht mehr oder nur mit hohem Kostenaufwand reparabel.

7.2.3 Verbindungstechnik

Lösbare Verbindungen von Komponenten (bspw. mittels Bördel-Verschraubungen) sollten im Kälteanlagenbau möglichst vermieden werden. Es besteht die Gefahr, dass sich lösbare Verbindungen im Laufe der Zeit lösen und es zu Undichten kommt. Da austretendes Kältemittel i.d.R. gasförmig und geruchlos ist, wird eine Undichte i.d.R. erst bei Anlagenausfall festgestellt. Die Suche einer solchen Undichte ist sehr problematisch und zeitaufwendig. Die Kosten für das nachzufüllende Kältemittel sind hoch.

7.3 Brandschutz

Zur Abschottung von Durchführungen in Wänden und Decken stehen von Brandschutzstopfen über Brandschutzsteine, Brandschutzkissen bis zu Brandschutzmörtel und anderen Brandschutzbeschichtungen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung. Grundlage für den Einsatz und die Verarbeitung ist die DIN 4102. Für die Auswahl der entsprechenden Brandschutzmassnahmen sind die Art der Durchführung, die Feuerwiderstandsdauer und das durchzuführende Medium zu berücksichtigen. In Tabelle 1 der DIN 4102 werden in unterschiedliche Widerstandsklassen aufgelistet, so entspricht bspw. S90 einer Dauer von 90 Minuten, S120 entspricht 120 Minuten.

Die Feuerwiderstandsdauer und die Brandabschnitte werden vom Architekten, nach Abstimmung mit der örtlichen Feuerwehr festgelegt.

Der Aufwand zur Abschottung von Kabeldurchführungen ist gegenüber Rohrdurchführungen aufwendiger. Während für Rohre mit einem Durchmesser größer 32mm das Anlegen von entsprechend angepassten Manschetten (beidseitig der Durchführung) ausreicht, müssen Durchführungen für kleinere Rohre und Kabel mit Hilfe von Hinterfüllmaterial (z.B. Mineralwolle) und Brandschutzmasse- oder -mörtel verfüllt werden.

Brandabschnitte sollten vor Beginn von Montagearbeiten abgeklärt sein, um Kosten für nachträgliche Brandschutzarbeiten zu vermeiden.

7.4 Maschinenraum

Gemäß den Richtlinien der VBG 20-Kälteanlagen §17, Maschinenräume, sind die sicherheitstechnischen Anforderungen an Maschinenräume geregelt. Besonders hinsichtlich der Zugangsberechtigung sowie der Be- und Entlüftung sind die Vorgaben der VBG 20 zu berücksichtigen.

Bei der Planung des Maschinenraumes ist darauf zu achten, dass die Maschine auch von außerhalb, besonders gekennzeichnet, abgeschaltet werden kann.

Im Maschinenraum werden die Kältemaschine, der zugehörige Schaltschrank, sowie (sofern vorhanden) die Wärmerückgewinnung aufgestellt. Der Maschinenraum sollte für Servicezwecke gut zugänglich sein.

Aufgrund der Geräusch- und Lärmentwicklung sollten Maschinenräume nicht in der Nähe von Büro- oder Besprechungsräumen liegen. Unabhängig davon empfiehlt es sich zur Vermeidung von Körperschall, die Kältemaschinen sowie die zugehörigen Komponenten und Rohre schwingungsentkoppelt aufzustellen. Geeignet sind hierfür spezielle Schwingmetallpuffer oder auch einfache Gummipplatten (bspw. Mafund). Das Erstellen von Fundamentplatten ist im gewerblichen Kälteanlagenbau nicht üblich.

7.4.1 Be- und Entlüftung von Maschinenräumen

Die Be- und Entlüftung kann über natürliche oder mechanische Lüftung erfolgen. Es ist dann eine Mindestöffnung von:

$$A = 0,14 \times G^{1/2} \text{ vorzusehen.}$$

Für eine mechanische Belüftung ist eine Mindestluftmenge von

$$Q = 50 \times G^{2/3} \text{ zu planen.}$$

Wobei G das Kältemittel- Füllgewicht der Anlage ist.

Unabhängig davon ist zu berücksichtigen, dass die Wärmeabgabe der Kompressoren und der zugehörigen Elektromotoren abgeführt werden muss. Hierfür kann mit einer Wärmeleistung von ca. 10% der elektrischen Antriebsleistung kalkuliert werden. Meist liegt die hierfür notwendige Luftmenge über der Menge Q (s.o.)

8. Isolierung/ Kälteschutz

8.1 Aufgabe des Kälteschutzes

Mit den stark differierten Einsatzmöglichkeiten künstlich erzeugter Kälte ist auch der Aufgabenbereich für Kälteschutzmaßnahmen sehr breit geworden:

- a.) Reduzierung von Kälteverlusten zur Erhaltung der Kälte und damit Verringerung der aufzuwendenden Energiekosten
- b.) Einhaltung der vorgeschriebenen Betriebstemperaturen von Wärme- bzw. Kälteträgern
- c.) Verhinderung unzulässig großer Temperaturbewegungen von Bau- oder Konstruktionsteilen
- d.) Vermeidung von Schwitz- bzw. Tauwasserbildung und Durchfeuchtung von Baustoffschichten, insbesondere der Dämmschichten
- e.) Erfüllung von betriebstechnischen Forderungen (Oberflächentemperaturen, Brandverhalten, Nichteinfrieren von Leitungen, usw.)
- f.) Verhütung von Schäden an Gebäuden und eingelagerten gekühlten Gütern sowie Korrosion kältetechnischer Anlagen

8.2 Kühlräume

Gekühlte Räume müssen in Ihrer Größe optimal ausgelegt werden. Die Größe ist nach Menge des eingelagerten Gutes, Begehrbarkeit in Abhängigkeit der Umschlagshäufigkeit und der Differenziertheit des Warensortimentes (gegenseitige Geruchs- oder Geschmacksbelästigung) auszulegen.

Die Lage der Kühlräume ist unter den Gesichtspunkten kurzer Wege zu Verarbeitungsstellen und hinsichtlich gegenseitiger Beeinflussung beim Transport für Beschickung und Entnahme auszuwählen. Das Angrenzen von Feuchträumen (Spülküche, Kochblöcke) ist wegen der Gefahr der Schwitzwasserbildung und Vereisung der Verdampfer zu vermeiden. Die Vereisung der Verdampfer gilt insbesondere, wenn die Kühlräume häufig geöffnet werden müssen. Gegebenenfalls ist eine Schleuse einzubauen. Beim Einbau in vorhandene Gebäude ist der Zustand des Bauwerkes, insbesondere des Mauerwerks im Hinblick auf Bauschäden (z. B. Durchfeuchtung), Statik (unter Berücksichtigung der vorgesehenen Lagergewichte) und physiologisch (technisch) einwandfreien Zustand zu überprüfen.

Brandschutztechnische Vorgaben sind frühzeitig zu klären und gegebenenfalls bei der Ausführung zu berücksichtigen.

8.3 Ausführung der Isoliertechnik

Für die Ausführung der Isoliertechnik steht die Technik des konventionellen Kühlraumbaus oder die Fertigelementbauweise die sogenannte „Kühlzellen“-Technik zur Verfügung. In Abhängigkeit der baulichen Situation sind die Eigenschaften der jeweiligen Ausführungstechnik abzuwägen. Eine generelle Empfehlung kann nicht gegeben werden. In der Praxis hat sich die Kombination der beiden Techniken bewährt.

8.3.1 Konventioneller Kühlraumbau

In Bild ist der Aufbau eines konventionellen Kühlraumes dargestellt, wie er im Prinzip für jeden Kühlraum gilt. Da heute eine Vielzahl an Dämmstoffen mit entsprechenden Modifikationsmöglichkeiten bezüglich Unterkonstruktion, Flächenbelastung und Abmessungen bestehen, sind die nachfolgenden Aussagen auf die wesentlichen Faktoren reduziert.

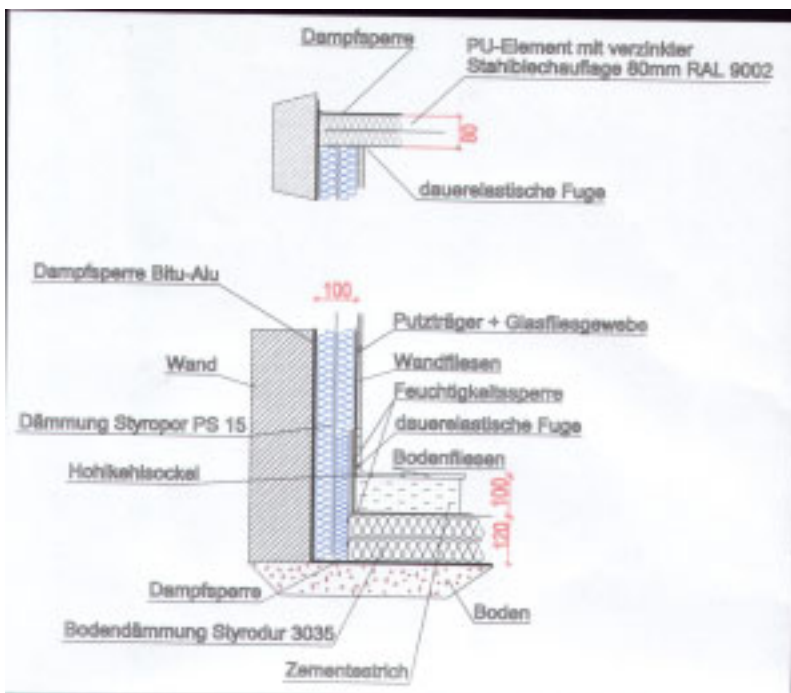


Bild 14: Schnitt Boden- Wandanschluss, Konventioneller Kühlraum

8.3.1.1 Kühlraumboden

Drei wesentliche Aufgaben sind vom Kühlraumboden zu erfüllen. Zunächst natürlich Isolierung gegen Wärmeverlust. Üblicherweise werden hierfür Styroporhartschaumplatten in unterschiedlichen Materialstärken eingesetzt. Für Planungszwecke können die Angaben in Tabelle 9 angewendet werden. Besonders in der Planungsphase ist darauf zu achten, dass die notwendigen Bodenabsenkungen bereits in die Rohbauplanung eingehen. Während der Ausführung ist darauf zu achten, dass ausreichend abgelagertes Dämmmaterial eingesetzt wird, um eine spätere Materialschrumpfung durch Gewichtsverlust zu verhindern.

Die Isolierung gegen Feuchtigkeit ist eine nicht weniger wichtige Aufgabe. Im Bodenbereich ist zum einen eine dampfdiffusionsdichte Schicht einzubringen, zum anderen ist auch eine Feuchtigkeitsbremse zu installieren, um das Eindringen von Tropfwasser oder Reste von Wisch- und Reinigungswasser zu unterbinden.

Nicht zuletzt ist die dritte Aufgabe, die Aufnahme der Bodenbelastung bzw. die Bodennutzung zu nennen. In Abhängigkeit der Bodennutzung ist der Bodenbelag festzulegen. In der Praxis haben sich im konventionellen Kühlraumbau rutschhemmende Steinzeugfliesen bewährt. Häufig wird der Bodenbelag des Küchenbereiches in den Kühlräumen übernommen, dadurch wird ein ganzheitliches, optisch ansprechendes Bild in Verbindung mit einer optimalen, benutzerangepassten Bodenoberfläche geschaffen.

8.3.1.2 Kühlraumwände

Die Anforderungen an die Kühlraumwände entsprechen im wesentlichen denen des Kühlraumbodens. Lediglich die Feuchtigkeitssperre kann auf eine Dampfsperre reduziert werden. Mit stehendem Wasser oder Tropfwasserbildung ist im Wandbereich von Lager-Kühlräumen nicht zu rechnen. In Verarbeitungs-Kühlräumen wie bspw. Fleischzerlegeräume, sind die Reinigungsmethoden vorab zu klären. U.u. sind bezüglich der entstehenden Feuchtigkeit zusätzliche Vorkehrungen zu treffen. Die Wandoberfläche wird i.d.R. mit frostsicheren und säurebeständigen Wandfliesen belegt. Um die Oberflächen in den Eckbereichen (bspw. Türleibungen) vor Beschädigungen zu schützen, ist es empfehlenswert CNS-Eckschienen fliesenbündig zu setzen. Die Anbindung der Wandflächen zu den Deckenelementen werden üblicherweise, zum Ausgleich von thermisch oder physisch bedingten Bewegungen, mit Silikon- Dehnfugen ausgeführt. Die Auswahl des Verfugungsmaterials ist auf die baulichen Vorgaben abzustimmen.

Besondere Sorgfalt ist bei der Ausführung des Boden-Wandanschlusses notwendig. Zunächst ist hier auf einen dichten Übergang der Feuchtigkeitssperre vom Boden zum Wandbereich zu achten. Ringsumlaufende Steinzeug-Hohlkehlfliesten, wie in Bild 14 / Bild 15 dargestellt, verbinden die Boden und Wandfliesen zu einem ganzheitlichen Bild.

8.3.1.3 Kühlraumdecken

Die Kühlraumdecken werden, abgesehen von Ausnahmen, zwischenzeitlich nicht mehr in konventioneller Technik ausgeführt. In der Praxis haben sich industriell vorgefertigte Bauelemente mit druckgeschäumtem Isolierkern und Deckschichten aus sendizimierverzinktem, Kunststoff-beschichtetem Feinblech bewährt. Diese werden auf die Wandisolierung aufgelegt, im Randbereich wird eine zusätzliche flüssige Dampfsperre aufgetragen.

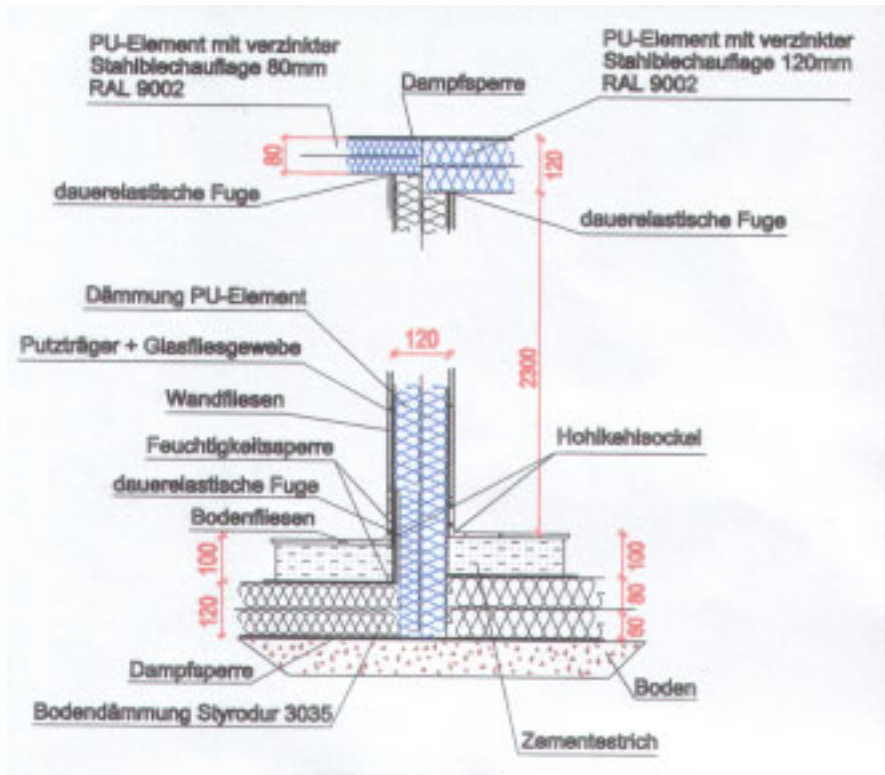


Bild 15: Schnitt Boden- Wandanschluss, Kühlzellentechnik

8.3.2 Kühlzellen-Technik

Der Einsatz von Kühlzellen ist gegenüber dem konventionellen Kühlraumbau günstiger und schneller umsetzbar. Bedingt durch die industrielle Fertigung der Einzelelemente können im Vergleich zum handwerklichen, konventionellen Bau Einsparungen erreicht werden.

Es stehen 2 Kühlzellen-Montagetechniken zur Verfügung. Einfache und sehr günstige Systeme bestehen aus geschäumten Nut- und Feder-Paneelelementen, die mit Hilfe von Metallprofilen und Niet- oder Klebetechnik verbunden werden. Bedingt durch die einfache Verbindungstechnik muss die Montage solcher Zellen jedoch sehr sorgfältig ausgeführt werden, um die Gefahr von Kältebrücken zu verringern.

Die technisch besseren Systeme verfügen ebenfalls über Nut- und Feder-Ausführung an den Isolierpaneelen, sind jedoch zusätzlich mit eingeschäumten Verriegelungen ausgeführt. Diese Verriegelungen erleichtern die Montage und stellen sicher, dass keine Kältebrücken entstehen. Durch die „versteckte“, eingeschäumte Verriegelung sind die Zellenwände leicht zu reinigen und hygienisch einwandfrei.

Grundsätzlich sind die Stöße im Bereich der Nut- und Federanschlüsse mit dauerelastischem Material, bspw. Silikon, zu verfugen.

Hygienisch und technisch können Kühlzellen im Wand- und Bodenbereich mit konventionellem Kühlraumbau verglichen werden. Die Bodenausführung von Kühlzellen ist aufgrund der Stöße zwischen den Einzelelementen schlechter zu reinigen. Die Verfugung ist im Bodenbereich stärker beansprucht und entsprechend wartungsintensiver. Es bietet sich deshalb an, die Kühlzellen mit konventionellen Boden auszustatten bzw. zu kombinieren.

8.3.2.1 Ausführung Kühlzellen

Kühlzellen werden in nahezu jeder Abmessung und in unterschiedlichen Wandstärken gefertigt. Meist haben die Hersteller ein standardisiertes Rastermaß, Abmessungen, die außerhalb dieser Norm liegen können jedoch als Sondermaß gefertigt werden. Für Kühlzellen, die nicht unter 0°C Raumtemperatur genutzt werden, ist der Einsatz von Wand- und Bodenelementen mit 80 – 100 mm Wandstärke ausreichend. Kühlzellenelemente für den Tiefkühlbereich sollten ca. 100 – 120 mm dick sein.

Auch beim Einsatz von Kühlzellen ist darauf zu achten, dass bereits in der Vorplanung die Aufstellung der Zelle mit dem Rohbauplaner abgeklärt wird. Für die Aufstellung auf den Fertigfußboden ist lediglich die Raumhöhe zu berücksichtigen. Die Nutzung der Zelle ist durch den Bodenaufbau (80 –120 mm über FFB) jedoch eingeschränkt. Idealer ist eine bodengleiche Aufstellung. Für diesen Fall sind die Maße in Tabelle 9, unter Berücksichtigung der Zellenunterlüftung, frühzeitig mit dem Rohbau abzustimmen.

Fußbodenaufbau	Temperatur $\geq 0^{\circ}\text{C}$	Temperatur $< 0^{\circ}\text{C}$
konventioneller Fußboden	ca. 200mm	ca. 250mm
Zellen-Bodenelemente	ca. 130mm	ca. 150mm

Tab.9: Empfohlene bauseitige Absenkung des Fußbodens zur Installation des Kühlraumbodens

8.3.2.2 Bautechnische Einbindung von Kühlzellen

Um Tauwasserbildung am Baukörper zu unterbinden, ist für eine ausreichende Umlüftung der Kühlzelle Sorge zu tragen. Unabhängig davon, werden Kühlzellen zwar an die bauseitigen Gegebenheiten angepasst, sind aber durch Ihre Montage- und Bauart bedingt, immer etwas kleiner als die entsprechenden Aufstellungsflächen. Die Öffnungen neben und über der Zelle sind deshalb nach Montageabschluss aufzunehmen und durch geeignete Blenden zu schließen. In der Praxis haben sich für die seitlichen Öffnungen abgekantete Bleche bewährt. Die Öffnungen zwischen Zellendecke und bauseitiger Decke können mit Fertigpanneelen bzw. Kühlzellenelementen verschlossen werden. Diese Ausführungen sind hygienisch einwandfrei und führen wieder zu einem optisch einheitlichen Bild. Durch den Einbau einer Türe ist die Begehbarkeit der Kühlzellendecke gesichert (vgl. Bild 17).

8.3.3 Kombinierte Ausführung

Eine technisch sehr gute und wirtschaftlich interessante Lösung ist der Aufbau von Wänden und Decken mit Kühlzellenelementen in Kombination mit einem konventionellen Fußbodenaufbau.

Panneelenböden sind physisch vom Baukörper entkoppelt. Dies führt, unabhängig von dem bereits geschilderten Reinigungs- und Wartungsaufwand, häufig zu Problemen an den Anschlussstellen zwischen bauseitigem Boden und Zelle. Besonders im Türbereich (Anbindung Zelle/ Küchenboden) kommt es zu Rissen, wodurch Feuchtigkeit, Schmutz und Wasser in den Boden und unter die Zelle gelangt. Dies kann in der Folge zu bauphysikalischen und physiologischen Langzeitschäden führen.

Die Einbringung eines konventionellen Bodens schließt diese Probleme aus, trotzdem ist auf eine sachgemäße Anbindung der Kühlraumböden an die bauseitigen Böden zu achten. In Bild 16 ist eine Möglichkeit der Anbindung dargestellt.



Bild 17: Kühlraumfront, Kühlelemente mit konventionellem Fußbodenaufbau; im oberen Bereich ist die Revisionsluke zu erkennen

8.3.3.1 Kühlzellenadapter

Um sicherzustellen, dass die Kühlzellenelemente nicht bereits in der Bauphase beschädigt werden, sollten diese nach Fertigstellung der Montage geschützt werden. Häufig sollen die Böden in den Kühlräumen zeitgleich mit den Küchenböden ausgeführt werden. Wenn Wände und Böden der Kühlräume zu einem späteren Zeitpunkt gestellt werden sollen, die Böden aber bereits eingebracht werden sollen, so besteht die Möglichkeit, Kühlzellenadapter in den Boden zu setzen. Durch diese Adapter können die Böden komplett eingebracht und die Wandelemente später aufgesetzt werden. Zellenwände müssen nicht geschützt werden, eventuelle Wandinstallationen (Heizung, Wasser, Kälte,...) können zu einem späteren Zeitpunkt ausgeführt werden und die Fußböden können ohne Verschmutzung der Zellen eingebracht werden.

8.4 Kühlraumtüren

Kühlraumtüren werden als Flügel- und Schiebetüren angeboten. Je nach Anforderung stehen eine große Anzahl an Modellen zur Verfügung. Die Ausführung der Kühlraumtür muss in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten ausgewählt werden. Grundsätzlich sind Kühlraumtüren mit einer Notauslösung des Schließzylinders auszustatten, um ein unbeabsichtigtes Einschließen von Personen im Kühlraum auszuschließen.

Im konventionellen Kühlraumbau ist darauf zu achten, dass die Türen mit Schwelle und Pressflansch, zur Verklebung der inneren und äußeren Feuchtigkeitssperre, ausgerüstet sind. Dadurch wird sichergestellt, dass die Feuchtigkeitssperre durchgängig ist. Der Bodenbelag kann über diesen Schwellenbereich durchgefließt werden, sofern die Kühlraumtemperatur nicht unter 0° liegt.

In Tiefkühlräumen muss der äußere und innere Bodenbelag getrennt werden, um Spannungen und Risse durch Temperaturdifferenzen zu verhindern. In der Praxis wird die Türschwelle so gefertigt, dass sie auf dem Niveau des Fertigfußbodens liegt. Die Fußböden werden dann von beiden Seiten angearbeitet.

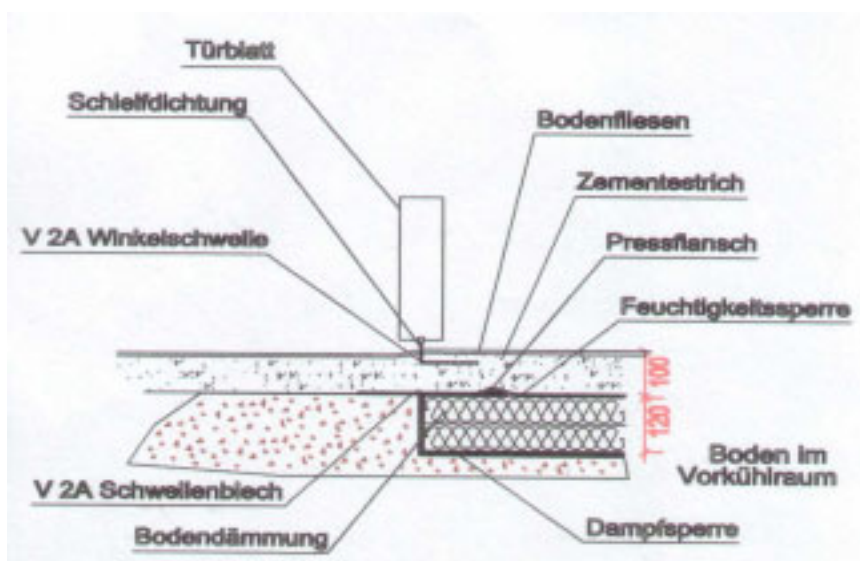


Bild 16: Schnitt Fußbodenaufbau im Türbereich

Tabellen und Bilder:

	Abschnitt	Bezeichnung
Tabelle 1	1.1	Teilgebiete der Kältetechnik in der Großküche
Diagramm 1	2.1	Methodik zur kältetechn. Planung Großküchen
Tabelle 2	2.2.1	Kennzahlen zur überschlägigen Berechnung einer Kühlraum-Kälteleistung
Diagramm 2/1 und 2/2	2.2.5	Kältebedarf Normalkühlung und Tiefkühlung
Tabelle 10	2.2.6	Kälteleistungen von Kühlstellen & Kühlschränken
Tabelle 3	2.2.7	Bsp. für die tabellarische Erfassung der Einzel-leistungen zur Ermittlung der Gesamt- Anlagenleistung
Bild 13	2.2.7	Dessert-Ausgabekühlstelle mit 2800 W
Bild 1	3.	Steckerfertiger Absorber Kühlschrank, Elektrolux
Bild 2	3	Schematische Darstellung des Kältekreislaufes
Tabelle 4	3.1.1	Gegenüberstellung Voll- und Halbhermetische Kompressoren
Bild 3	3.2.1	Axialkondensator
Tabelle 5	3.2.1	Zulässige Schallbeurteilungswerte nach DIN 18005 und VDI 2573
Bild 4	3.2.1.2	Kondensator, radiale Bauweise, GVS
Bild 18	3.4.1	Beispiel für Installation eines Luftkühlers
Tabelle 6	4	Zugelassene Kältemittel
Bild 5	5.1.1	Luftgekühltes Einzelaggregat
Tabelle 7	5.2.1	Gegenüberstellung Einzel- /Verbund- und Zweikreisanlagen
Bild 6	5.2.2	Verbundanlage EVZ
Bild 7	5.2.3	NH3/Sole-Verbund-Zweikreisanlage
Tabelle 8	5.2.3	Grundlage zur Kostenschätzung einer Kälteanlage
Bild 8	6.1.1	Bediendisplay einer programmierbaren Steuerung SIEMENS C7
Diagramm 3	6.2	Darstellung der Kommunikationsmöglichkeiten moderner Regelanlagen
Bild 10	6.4.1	Schaltschrank für Einzelanlage
Bild 9	6.4.2	Schaltschrank einer Verbundanlage
Diagramm 9	6.4.2	Kennzahlen zur Ermittlung der elektrischen Anschlussleistung des Schaltschranks in Abhängigkeit der zu installierenden Kälteleistung
Bild 12	7.1	Bsp. einer Installationstrasse mit isolierter Saugleitung und Flüssigkeitsleitung
Bild 14	8.3.1	Schnitt Boden-Wandanschluss, Konventioneller Kühlraumbau
Bild 15	8.3.1.3	Schnitt Boden-Wandanschluss, Kühlzellentechnik
Tabelle 9	8.3.2.1	Empfohlene bauseitige Absenkung des Fußbodens zur Installation des Kühlraumbodens
Bild 17	8.3.3	Kühlraumfront
Bild 16	8.4	Schnitt: Fußbodenaufbau im Türbereich